



VNIVERSITAT  
D<sup>E</sup> VALÈNCIA

**FACULTAD DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA**

**ESTUDIO IN VIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS  
RESTAURACIONES DE IONÓMERO DE VIDRIO EN  
PACIENTES DISCAPACITADOS.  
NUEVOS IONÓMEROS DE VIDRIO FRENTE A LAS  
RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA Y  
AMALGAMA DE PLATA**

**TESIS DOCTORAL**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN ODONTOLOGÍA**

Código 3143, RD 99/2011

Doctoranda: María Grau Benítez

Directores:

Profesor Francisco Javier Silvestre Donat  
Profesor Agustín Pascual Moscardó

Valencia, noviembre 2020





VNIVERSITAT  VALÈNCIA  
Departament d'Estomatologia

**D. Francisco Javier Silvestre Donat,**

Catedrático del Departamento de Estomatología de la Universidad de Valencia, y

**D. Agustín Pascual Moscardó,**

Profesor Titular de Estomatología de la Universidad de Valencia,

### *CERTIFICAN*

Que la presente tesis doctoral titulada: **“Estudio in vivo del comportamiento de las restauraciones de ionómero de vidrio en pacientes discapacitados. Nuevos ionómeros de vidrio frente a las restauraciones de resina compuesta y amalgama de plata”** corresponde al trabajo realizado bajo su dirección por **D<sup>a</sup>. María Grau Benítez**, para su presentación como Tesis Doctoral en el Programa de Doctorado de Odontología de la Universitat de València.

Y para que así conste a los efectos oportunos, firman el presente certificado en Valencia, a 23 de octubre de 2020.

  
*D. Francisco Javier Silvestre Donat*

  
*D. Agustín Pascual Moscardó*



*A mi familia.*



## **AGRADECIMIENTOS**





*Mientras pensaba en estas líneas me he sentido tremendamente afortunada.  
Y es así como quisiera recordar esta etapa de mi vida: rodeada de personas que me han  
colmado de cosas buenas.*

*¿Existe acaso, mayor fortuna?*

*Así que quiero agradecer:*

*A mis generosos padres por tantísimo amor.*

*A mi tía por su fe en mí.*

*A Alberto por impulsarme a ser mejor cada día.*

*A los que ya no están.*

*A Javier por revelar mi vocación.*

*A Agustín e Isabel por su inagotable confianza.*

*A Lupe, que siempre me ayudó a lograrlo.*

*Y a Nora, por las incalculables horas de compañía.*



*Carpe diem.*



**ÍNDICE**



1. Introducción .....	1
1.1. Concepto de paciente con necesidades especiales. Definición del riesgo de caries .....	3
1.2. Encuesta CAMBRA para la evaluación del riesgo de caries .....	7
1.2.1. Factores indicadores de enfermedad .....	8
1.2.2. Factores de riesgo de caries .....	8
1.2.3. Factores protectores .....	9
1.3. Protocolo para el manejo del paciente según nivel de riesgo ....	12
1.4. Aportación del código ICDAS .....	13
1.5. Tratamiento restaurador de la caries en el paciente con necesidades especiales .....	14
1.6. Materiales para restauración directa .....	22
1.6.1. Recuerdo histórico .....	22
1.6.2. Amalgama de plata .....	24
1.6.2.1. Definición, composición de la aleación y amalgamación .....	24
1.6.2.2. Propiedades .....	27
1.6.2.3. Situación actual .....	29
1.6.3. Resina compuesta .....	30
1.6.3.1. Definición. Composición y función de los componentes .....	30
1.6.3.2. Clasificación de las resinas y sus propiedades generales .....	35
1.6.3.3. Adhesión a la estructura dental .....	38
1.6.3.4. Nuevos composites Bulk-fill para restauraciones en dientes posteriores .....	40
1.6.3.5. Biocompatibilidad .....	42
1.6.4. Cementos de ionómero de vidrio (CIV) .....	44
1.6.4.1. Definición. Composición clásica de los CIV y reacción de fraguado .....	44
1.6.4.2. Clasificación de los CIV .....	46

1.6.4.2.1. CIV de fraguado químico o convencionales .....	46
1.6.4.2.2. CIV reforzados con resinas fotopolimerizables .....	48
1.6.4.3. Propiedades de los CIV .....	49
1.6.4.3.1. Propiedades químicas y biológicas ....	49
1.6.4.3.2. Propiedades físicas .....	50
1.6.4.4. Mecanismo de adhesión a la estructura dental .....	54
1.6.4.5. CIV restauradores .....	56
1.6.4.6. Biocompatibilidad .....	59
2. Justificación .....	61
3. Hipótesis de trabajo .....	65
4. Objetivos .....	69
5. Material y método .....	73
5.1. Diseño del estudio .....	75
5.2. Población del estudio .....	75
5.2.1. Criterios de selección .....	75
5.2.1.1. Criterios de inclusión para pacientes .....	76
5.2.1.2. Criterios de inclusión para dientes .....	76
5.2.1.3. Criterios de exclusión para pacientes .....	76
5.2.1.4. Criterios de exclusión para dientes .....	76
5.2.2. Muestra .....	77
5.2.2.1. Tamaño de la muestra .....	77
5.2.2.2. Distribución de la muestra .....	79
5.3. Recogida de datos .....	79
5.4. Materiales restauradores empleados .....	80
5.5. Preparación cavitaria .....	82
5.6. Sesiones de control .....	83
5.7. Análisis estadístico .....	85



6. Resultados .....	87
6.1. Tabla de resultados .....	89
6.2. Análisis de la evolución de las características clínicas .....	91
6.2.1. Forma anatómica .....	91
6.2.2. Estabilidad del color .....	92
6.2.3. Tinción de la restauración .....	93
6.2.4. Tinción marginal .....	95
6.2.5. Adaptación marginal .....	96
6.2.6. Caries secundaria .....	98
6.2.7. Fractura y retención .....	99
7. Discusión .....	101
7.1. Discusión sobre el material y método empleado .....	103
7.2. Discusión de los resultados .....	110
7.2.1. Forma anatómica .....	123
7.2.2. Estabilidad del color .....	126
7.2.3. Tinción de la restauración y tinción marginal .....	129
7.2.4. Adaptación marginal .....	133
7.2.5. Caries secundaria .....	136
7.2.6. Fractura y retención .....	139
8. Conclusiones .....	143
9. Bibliografía .....	147
10. Apéndice .....	167



# **INTRODUCCIÓN**



### 1.1. Concepto de paciente con necesidades especiales. Definición del riesgo de caries.

Con el término paciente con necesidades especiales se designa a “todo aquel paciente que presenta unas condiciones que lo hacen singular frente a lo ordinario ya que lo acompañan unas características propias cuyo origen puede ser de distinta naturaleza” (1).

Por un lado, puede acompañarse de una patología sistémica grave que condicione el manejo clínico odontológico o bien suponga un riesgo médico a considerar. En segundo lugar, la dificultad puede venir de la mano del manejo clínico-odontológico requerido, tanto desde el punto de vista de la conducta como de la técnica odontológica en sí. Por último, estas condiciones singulares pueden tener origen en las posibles interacciones que pudieran existir entre el tratamiento dental y la enfermedad que padece (2).

En 2001, la Organización Mundial de la Salud (O.M.S) aprobó la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (C.I.F) que sustituyó a la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (C.I.D.D.M) de 1980 (3).

La C.I.F propone un modelo integrador o biopsicosocial en el que se concibe la discapacidad como un fenómeno complejo que se compone tanto de factores personales, como de factores contextuales que ejercen un efecto sobre la deficiencia del individuo (4).

En la convención sobre los derechos de las personas con discapacidad celebrada en el año 2006 en la sede de las Naciones Unidas, se define a las personas con discapacidad como “aquellas que tienen deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, pueden impedir su participación plena y efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones con los demás” (5).

Actualmente en España, el término de diversidad funcional (DF) se está imponiendo como alternativa a la denominación tradicional de persona con discapacidad. Se trata de una propuesta de cambio a una terminología no negativa planteado en el Foro de Vida Independiente en 2005 donde se expone que estas personas funcionan de manera diferente o diversa de la mayoría de la sociedad. En la actualidad, existe un gran movimiento que se esfuerza para mejorar la calidad de vida y lograr la integración social de las personas que presentan diversidad funcional (5).

La odontología, con su especialidad “Atención del Paciente con Necesidades Especiales”, no se queda al margen, ya que una salud oral apropiada repercute favorablemente en su calidad de vida facilitando su alimentación, evitando molestias, mejorando su aspecto físico y, en consecuencia, mejorando su adaptación a la sociedad y al mundo laboral (1).

El paciente con diversidad funcional muestra en general una higiene oral deficiente y niveles elevados de placa (3), especialmente cuando tiene asociado un déficit motor (4). De manera que la prevalencia de gingivitis y enfermedad periodontal es muy alta (3-5).

En cuanto a la caries, diversos estudios en niños con necesidades especiales muestran que la prevalencia de caries en este grupo de la población no presenta diferencias notables con las de la población general, aunque la cantidad de caries no tratada o tratada mediante extracciones es significativamente mayor en los individuos con deficiencias psíquicas (3-6). En el caso de los adultos con diversidad funcional, la prevalencia de caries es muy elevada y la carencia de un tratamiento adecuado para la misma resulta evidente (3-5).

Diversos autores coinciden que el bajo número de dientes restaurados junto con el alto porcentaje de dientes exodonciados por caries demuestra cierto abandono a este colectivo desde el punto de vista odontológico (3, 4, 7). Este hecho está ligado a que las personas con diversidad funcional suelen tener un menor acceso a los servicios de atención bucodental ya sea por falta de colaboración, nivel socioeconómico bajo, menor percepción de la importancia de una buena salud oral o baja experiencia de los profesionales sanitarios en este campo (4).

La remoción de la placa por medios mecánicos puede ser muy difícil para el individuo con necesidades especiales, pero se puede facilitar con cepillos especialmente diseñados, cepillos eléctricos o incluir la colaboración de cuidadores o familiares (3). Para uso en casa se puede utilizar el dentífrico junto con colutorios si el paciente controla el reflejo de deglución. En el caso de no poder usar dentífrico debido a que el paciente no pueda escupirlo, se pueden cepillar los dientes mojando el cepillo en un colutorio fluorado o clorhexidina (5, 8).

En muchos casos, la higiene bucal de una persona con diversidad funcional dependerá directamente del conocimiento, actitud y acciones de un cuidador y/o familiar (9), pero muchos de ellos reciben una capacitación mínima en la provisión de cuidado oral especial y unida a una falta supervisión

desemboca en un obstáculo para la salud oral (10). La técnica de cepillado, frecuencia, tipo de cepillo y productos usados en la higiene bucal diaria, tendrán una influencia directa en la promoción de un buen estado bucal (3, 4, 11).

Algunos autores comparten que una gran parte de los pacientes especiales afirman ser los únicos responsables de su higiene bucal diaria. Sin embargo, es posible que no tengan la destreza manual suficiente para controlar la higiene oral por sí mismos y por tanto serian considerados pacientes de alto riesgo de padecer enfermedades bucodentales (3, 4, 11).

Algunos colectivos son todavía más vulnerables a la gingivitis y enfermedad periodontal si los comparamos con la población general. Es el caso de los pacientes con Síndrome de Down, que incluso en individuos jóvenes se aprecia una enfermedad periodontal severa que no solo podría explicarse por dietas inadecuadas, falta de higiene y maloclusiones sino que las alteraciones en la respuesta inmunológica se consideran aún más importantes para la progresión de la enfermedad (12-15).

Por otra parte, resulta conveniente considerar a niveles generales una mayor incidencia de malformaciones, alteraciones congénitas o defectos del desarrollo de las estructuras y tejidos bucales junto con mayor incidencia de maloclusiones (15). También es necesario tener en cuenta los hábitos parafuncionales como bruxismo diurno y/o nocturno, mordisqueamiento, rumiación, interposición lingual o labial, así como defectos en la deglución que ocasionarán un acúmulo de restos de alimentos o de saliva, babeo y autoclisis disminuida (15).

Otro condicionante cuando estamos frente a un paciente con necesidades especiales es la dieta; que podría variar en cantidad, calidad y consistencia. Ésta puede ser sólida, triturada, blanda o incluso ser administrada mediante una sonda gástrica (15). En pacientes con disfagia en ocasiones se les introducen cambios dietéticos destinados a incrementar la viscosidad del bolo alimentario, pero en casos más severos el mantenimiento de la vía oral no es posible y resulta necesaria una gastrostomía endoscópica percutánea (16).

Este es el caso de algunas personas con parálisis cerebral que presentan problemas para la movilidad orofacial y dificultades para la ingesta de alimentos ya que sufren alteraciones en la movilidad lingual, mejillas y labios, expresándose en el rechazo a tomar alimentos sólidos, pérdida o derrame del bolo alimenticio durante la masticación, dificultades para comer con cuchara, morder o beber de un vaso (17). En el caso de no poder ingerir alimentos sólidos,

la dieta estará basada en una alimentación semisólida o líquida y este cambio en la consistencia conllevará cierto impacto en la cavidad oral (17, 18).

Por lo tanto, la salud bucal de estos pacientes no solo estará influenciada por la gravedad de la parálisis cerebral o por los hábitos higiénicos, sino que el tipo de dieta, tiempo de permanencia de los alimentos en la boca, ruta de alimentación y la administración a largo plazo de medicamentos con alto contenido de azúcar son otros factores de riesgo a tener en cuenta (17).

Hay que remarcar otra consecuencia directa en pacientes con dificultad motora y es que la ingesta de agua generalmente está por debajo de los niveles requeridos, ya que tienden a consumir pequeños volúmenes de líquido por la problemática al tragar. Se ha informado una reducción en el flujo salival, mayor osmolaridad salival, aumento de la concentración de electrolitos y mayor cantidad de proteínas totales asociadas con la deshidratación (19-21).

La disminución de los niveles de hidratación puede reducir la producción de saliva, lo que puede comprometer su función protectora y aumentar el riesgo de enfermedades orales (19-21). Los valores más altos de osmolaridad salival implican una mayor viscosidad salival debido a los cambios en la constitución de la saliva, lo que facilita el ensamblaje bacteriano en la película adquirida.

De esta manera, es importante que cuando se observe la presencia de saliva viscosa, los cuidadores, padres o tutores sean orientados para aumentar la provisión de líquidos, preferiblemente agua, manteniendo el equilibrio electrolítico de la saliva para que pueda cumplir su función protectora en la cavidad oral ya que el desarrollo de la hipohidratación en estos individuos se debe al hecho de que dependen principalmente de la iniciativa de ofrecer líquidos por parte de sus cuidadores. Además, no se quejan de la sed y apenas pueden beber agua por sí solos. En conclusión, la osmolaridad salival podría ser un posible indicador de riesgo de caries para estos pacientes (19-21).

En cuanto a la higiene, suelen encontrarse dificultades adicionales para cepillarse los dientes y es que la mayoría de los padres o tutores desconocen las técnicas especiales de cepillado dental recomendadas para promover la higiene bucal y ayudar a controlar la acumulación de placa bacteriana. Además, en muchas ocasiones, intentan evitar el uso de productos de higiene bucal complementarios por miedo a que sean tragados o incluso provocar aspiración bronquial o asfixia (17).

En estos pacientes, la falta de tono muscular y la malposición dental son otros factores a considerar, ya que favorece el depósito de restos de comida debido a la ineficiencia de los mecanismos normales de autolimpieza, lo que favorece la formación de placa bacteriana y cálculo dental que, unido a la falta



de uso de clorhexidina o pastas dentales por riesgo de aspiración, conlleva mayor riesgo de enfermedad periodontal (22), sobre todo en aquellos alimentados a través de sonda (17).

Por último, tener en cuenta que algunos pacientes pueden padecer reflujo gastroesofágico que, como resultado, además de la erosión dental, pueden desarrollar infecciones del tracto respiratorio y enfermedad pulmonar crónica debido a la aspiración bronquial de forma repetitiva (16).

También es importante remarcar la influencia de la administración de ciertos fármacos que pueden ocasionar una disminución de los niveles de saliva favoreciendo la hiposialia y xerostomía (15). Los fármacos más comúnmente implicados son los antidepresivos, antipsicóticos, sedantes, hipnóticos, relajantes musculares, beta- bloqueantes y los antihistamínicos entre otros (23, 24). La administración de fármacos anticonvulsivantes, especialmente las hidantoínas, junto con la respiración bucal favorecen el sobrecrecimiento gingival en áreas anteriores (15).

Por consiguiente, el estudio de todos y cada uno de estos factores nos lleva a fijar un nivel de riesgo individual del paciente. Este nivel de riesgo deberá usarse para determinar la necesidad de intervenciones terapéuticas y es una parte fundamental del plan de tratamiento de la caries (25).

## 1.2. Encuesta CAMBRA para la evaluación del riesgo de caries.

En abril del 2002, un grupo de expertos de todo Estados Unidos se reunió en una conferencia de consenso celebrada en Sacramento, California, con el objetivo de elaborar un formulario de evaluación de riesgo de caries y procedimientos basados en la literatura disponible hasta ese momento. El documento proporciona la base para un enfoque interdisciplinario en la evaluación exitosa del riesgo de caries y los cimientos del manejo de la caries desde una perspectiva mínimamente invasiva (26).

El concepto de balance de la caries como la base de la evaluación y manejo de la misma es un continuo equilibrio o desequilibrio entre los factores patológicos y protectores, tal y como se muestra en la figura 1 (27).

Por tanto, el término CAMBRA (Caries Management by Risk Assessment) hace referencia a un protocolo que proporciona al clínico pautas para el manejo de la caries por evaluación del riesgo. La valoración de este riesgo será el primer paso en el tratamiento de la enfermedad (25-27).

Dicha valoración se desarrollará en dos fases, la primera será describir los indicadores específicos de la enfermedad, factores de riesgo y factores protectores para en un segundo momento concretar el nivel de riesgo resultante de la suma de estos factores (25).

En primer lugar, será necesario recopilar información del paciente e incluirla en su historia clínica. Para ello se realiza una encuesta en forma de ficha o formulario para que el paciente marque la casilla correspondiente (tabla 1). Revisada esta encuesta, se realiza un juicio para determinar el nivel de riesgo del paciente: bajo, moderado, alto o extremo (25, 28, 29). Por ejemplo, como se verá más adelante, si un paciente es de alto riesgo y además tiene hipofunción de las glándulas salivales será identificado como "riesgo extremo" (25). Por tanto, será un juicio basado en el equilibrio entre los indicadores de enfermedad y los factores de riesgo y protectores.

#### 1.2.1. Factores indicadores de enfermedad.

Son observaciones clínicas que describen y hablan sobre la situación clínica actual del paciente y de la actividad cariogénica, indicando la presencia de enfermedad que continuará a menos que se produzca una intervención terapéutica (25, 29, 30).

Los indicadores no proveen información de qué causó la enfermedad o como tratarla, simplemente analizan al paciente.

Estos indicadores son (25, 29, 30):

- Cavidades que penetran en dentina, visibles en la exploración clínica o radiográfica.
- Lesiones proximales en esmalte, visibles en radiografía sin penetración en dentina.
- Lesiones de mancha blanca en superficies lisas.
- Restauraciones en los últimos 3 años.

Una respuesta positiva a cualquiera de estos indicadores automáticamente situará al paciente en el nivel de alto riesgo ya que un paciente con cavidades francas tiene niveles altos de bacterias cariogénicas y restaurar estas lesiones no se traducirá en una detención de la enfermedad (28, 30).

#### 1.2.2. Factores de riesgo de caries.

Estos son factores biológicos que contribuyen a la progresión de las caries existentes o a la aparición de nuevas lesiones (25, 29). Es en estos factores donde podemos actuar.

A continuación, se describen los factores considerados de riesgo (25, 26, 29):

- Las llamadas bacterias cariogénicas que producen ácido por fermentación de carbohidratos. Los dos grupos principales de bacterias cariogénicas involucradas son los *Streptococcus* (*S. mutans* y *S. sobrinus*) y varias de las especies de *Lactobacillus*. Éstas deben estar en cantidad media o alta en cultivo.
- Gran cantidad de placa visible en los dientes.
- Picoteo frecuente (más de 3 veces al día entre comidas). La frecuencia de ingestión de carbohidratos fermentables es más importante que la cantidad total, ya que la ingestión repetida conduce a una producción renovada de ácido por parte de las bacterias.
- Factores reductores de saliva o disfunción salival: medicamentos, radioterapia para el cáncer de cabeza y cuello o algunas enfermedades sistémicas. En niños pequeños, los medicamentos como la terapia contra el asma pueden causar hiposalivación.
- Raíces expuestas.
- Aparatos de ortodoncia.
- Surcos y fisuras profundos.
- Uso de drogas recreativas.

La suma de estos factores se convierte en el determinante de la actividad de caries, a menos que sean compensados por los factores de protección que se describen seguidamente (26, 30).

### 1.2.3. Factores protectores.

Son factores biológicos o terapéuticos que pueden compensar colectivamente el desafío que plantean los factores mencionados en el punto anterior. Cuanto mayor son los factores de riesgo, mayor deberán ser los factores protectores para mantener el balance o revertir el proceso de la caries. Estos factores son (25, 26, 29, 30):

- Acceso a agua fluorada.
- Pasta de dientes con flúor al menos una vez al día.
- Enjuague bucal con flúor (0,05% NaF) diariamente.
- 5,000 ppm flúor en pasta de dientes diariamente.
- Barniz de fluoruro en los últimos 6 meses.
- Aplicación de flúor tópico en consulta en los últimos 6 meses.
- Clorhexidina una semana al mes en los últimos 6 meses.
- Chicle / pastillas de xilitol 4 veces al día durante los últimos 6 meses.
- Pastas con calcio y fosfato durante los últimos 6 meses.

- Flujo adecuado de saliva (> 1 ml / min estimulado).

Alguno o todos estos factores de protección pueden contribuir a mantener el balance e incluso estimular la remineralización, que es el proceso natural de recuperación de las lesiones incipientes de caries (25, 31).

Diversos estudios proporcionan evidencias de que el manejo de la caries mediante la evaluación de riesgos es beneficioso para alterar el equilibrio de los factores protectores y patológicos.

La terapia antibacteriana y el uso de fluoruros alteran favorablemente el equilibrio entre los factores de riesgo de caries y factores protectores (25, 28, 31, 32).

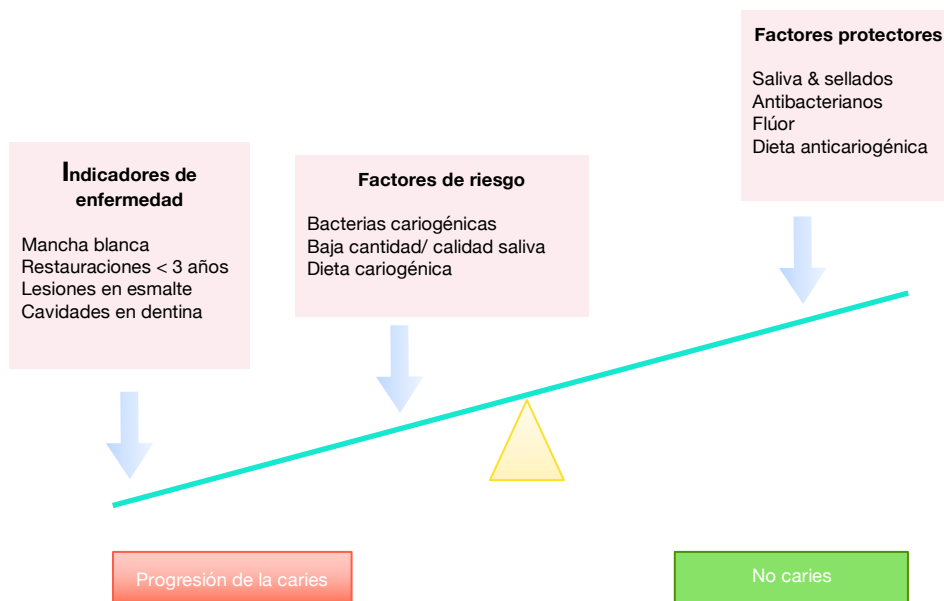


Figura.1. El “desequilibrio” de la caries. El equilibrio entre los indicadores de enfermedad, los factores de riesgo y los factores de protección determinan si la caries dental progresa, se detiene o se invierte (25).

INDICADORES DE ENFERMEDAD	SI	SI	SI
Lesiones de caries en dentina (diagnóstico visual o radiográfico)			
Lesiones de caries en esmalte (diagnóstico visual o radiográfico)			
Mancha blanca en superficies lisas			
Obturación realizada en los últimos 3 años.			
<b>FACTORES DE RIESGO</b>			
Gran cantidad de placa en los dientes			
Factores que reducen el flujo salival (medicación, radiación, enfermedad)			
Flujo salival estimulado inadecuado			
Picoteo entre horas			
Raíces expuestas			
En tratamiento de ortodoncia fija			
Fosas y fisuras oclusales profundas			
Usuario de drogas de diseño			
<i>Streptooccus mutans</i> y <i>Lactobacillus</i> en cantidad media o alta (en cultivo)			
<b>FACTORES PROTECTORES</b>			
Vive en zona con agua fluorada			
Utiliza enjuague fluorado diariamente			
Cepillado con pasta fluorada como mínimo una vez al día.			
Cepillado con pasta fluorada como mínimo dos veces al día.			
Cepillado diario con pasta dental fluorada con 5000ppm de flúor.			
Barniz de fluoruro en los últimos 6 meses.			
Aplicación de flúor tópico en consulta en los últimos 6 meses.			
Clorhexidina una semana al mes en los últimos 6 meses.			
Chicle / pastillas de xilitol 4 veces al día durante los últimos 6 meses.			
PUNTUACION TOTAL DEL RIESGO DE CARIES = _____ PUNTOS (2 por Indicador + 1 por F. Riesgo - 1 por F. Protección)	_____ x2	_____ x1	_____ x1
<b>BAJO RIESGO: -9 a 4 PUNTOS</b>			
<b>ALTO RIESGO: 5-18 PUNTOS</b>			

Tabla 1. Formulario de evaluación de riesgo de caries (25).

### 1.3. Protocolo para el manejo del paciente según nivel de riesgo.

Jenson (28) señala que el nivel de riesgo de caries de un paciente determina tanto los procedimientos de diagnóstico como los de manejo de factores de riesgo. La tabla 2 enumera los cuatro grupos de nivel de riesgo (bajo, moderado, alto y extremo) y las recomendaciones para los procedimientos de manejo de caries para cada nivel.

Los pacientes de bajo riesgo suelen presentar pocos antecedentes de lesiones, extracciones o restauraciones. Las bacterias orales, hábitos de higiene, dieta, uso de flúor y cantidad/calidad de la saliva ha evitado la enfermedad hasta el momento, aunque no existe garantía de que lo haga en el futuro si algún factor cambia, volviéndose susceptible (28).

La estrategia de manejo para el paciente de bajo riesgo es mantener el equilibrio de los factores de protección que tienen actualmente y hacerlos conscientes de que su riesgo de caries puede cambiar con el tiempo (28). En principio, la frecuencia de una revisión oral es menor comparándolo con los niveles de riesgo superiores, así como los controles radiográficos que se realizarán cada 24 o 36 meses (28, 30).

Los pacientes de riesgo moderado, por definición, tienen más factores de riesgo identificados que los de bajo riesgo y cuyo equilibrio de caries probablemente podría trasladarse fácilmente a un nivel de alto riesgo (26). Requerirán una monitorización más frecuente y una evaluación radiográfica aproximadamente cada 18-24 meses, así como asesoramiento sobre dieta, higiene oral y uso de enjuagues con flúor. El uso de selladores como medida preventiva puede ser útil en esta categoría de riesgo (26, 28, 30, 33).

Por otro lado, los pacientes de alto riesgo son pacientes con lesiones cavitadas observables a la exploración que indican que la enfermedad de caries progresará a menos que se actúe (26). También es posible que un paciente que no tenga una lesión cavitada, pero que tenga dos o más factores de alto riesgo, sea ubicado en el grupo de alto riesgo (26). Estos pacientes deben manejarse de manera más firme para eliminar o reducir la posibilidad de una lesión de caries nueva o recurrente. Estos detalles se describen en la tabla 2 (27, 34-36). La periodicidad de los exámenes orales debe aumentar y la evaluación radiográfica puede ser conveniente cada 6-12 meses (28, 30).

Finalmente, un paciente se clasificará como de riesgo extremo si existe un problema de hiposalivación o bien si es un paciente con necesidades especiales de manejo complicado y poco colaborador (28).

Este grupo de riesgo debe ser manejado de manera más agresiva y atendido con mayor frecuencia que aquellos pacientes emplazados en el grupo de alto riesgo. Estos pacientes carecen tanto de la capacidad amortiguadora que proporciona la saliva como del calcio y el fosfato necesarios para remineralizar las lesiones no cavitadas (30).

Se recomiendan terapias adicionales para reemplazar las funciones de limpieza y tamponamiento de la saliva normal junto con pastas de calcio y fosfato (véase la tabla 2) (28).

#### 1.4. Aportación del código *ICDAS*.

La caries dental es una enfermedad compleja y dinámica con ciclos de desmineralización seguidos de remineralización, resultando difícil clasificar dicha enfermedad dentro de una escala debido a que es un proceso continuo (37). Clínicamente, para su diagnóstico, confiamos en signos visuales que representan manifestaciones de su progresión. Durante las últimas décadas, se han desarrollado una serie de criterios de medición para identificar dicha enfermedad (37).

*ICDAS (International Caries Detection and Assessment System)*, en español, Sistema Internacional de Detección y Evaluación de caries, fue diseñado por un comité internacional, para detectar de forma fácil, seis etapas del proceso carioso, que van desde los primeros cambios clínicamente visibles en el esmalte causados por la desmineralización cariosa hasta una cavitación extensa (38).

El requisito principal para aplicar el sistema *ICDAS* es una exploración de los dientes limpios y secos. El examen es asistido visualmente por un explorador con punta redondeada que se utiliza para eliminar cualquier resto sobre el diente y para verificar el contorno de la superficie, cavitación menor o presencia de selladores. Es muy recomendable que los dientes se limpien con un cepillo de dientes o cepillo / copa de profilaxis antes del examen clínico. El uso de un explorador de parte activa afilada o puntiaguda está desaconsejado porque no aumenta la precisión en la detección e incluso puede llegar a cavitarse lesiones iniciales de caries no cavitadas (39).

Por tanto, los códigos de detección *ICDAS* para la caries coronal varían de 0 a 6 dependiendo de la gravedad de la lesión. Esta división en etapas se puede usar para guiar el protocolo de tratamiento.

La tabla 3 muestra los diferentes códigos y el protocolo de actuación recomendado para cada uno de ellos (28).

### 1.5. Tratamiento restaurador de la caries en el paciente con necesidades especiales.

Distintos autores coinciden en que el paciente con necesidades especiales tiene en general menor cuidado oral, mayor número de lesiones cariosas no tratadas o tratadas mediante exodoncia, menos tratamiento conservador y falta de cuidados preventivos (3-5, 40).

Por otra parte, si el control de placa fuese correcto, la prevalencia de gingivitis y periodontitis se igualaría a la de la población sin necesidades especiales y la caries también podría ser controlada, evitando así los problemas de la enfermedad sin tratar y los derivados de la dificultad del tratamiento (5, 7, 41).

Existen múltiples barreras para acceder a una atención completa en materia de salud bucal en la población con diversidad funcional. Incluso si se superan estas barreras, y el paciente puede encontrar un odontólogo con formación y experiencia suficiente, los desafíos continúan (42).

La provisión de un tratamiento restaurador de alta calidad está relacionada con la capacidad del paciente para sobrellevar la ansiedad generada por el tratamiento y para cooperar plenamente con las demandas de la situación clínica. Se estima que entre un cuarto y un tercio de los adultos con discapacidad intelectual tienen ansiedad ante el tratamiento dental (43, 44).

Los estímulos desagradables, como la inyección de anestesia local o el ruido y la vibración de los instrumentos rotatorios, pueden provocar una ansiedad desproporcionada y la posterior oposición al tratamiento. Además, la mala coordinación muscular, la fatiga o la disfunción oral, como el babeo y el movimiento de la lengua (grande en muchas ocasiones), pueden comprometer los procedimientos de restauración (42).

Por tanto, la primera dificultad con la que tropieza el odontólogo-a es con la de lograr una buena cooperación del paciente. Unas veces debido a una disminución de la capacidad cognitiva, otras por problemas de agresividad, ansiedad o miedo, también por incapacidades físicas, problemas motores para adaptarse al sillón dental como ocurre en ciertos síndromes músculo esqueléticos y en la parálisis cerebral (15) o bien movimientos difícilmente controlables, que añaden dificultades, requiriendo más tiempo para su atención, conocimientos específicos, el empleo de técnicas de manejo de la conducta, de la psicología y toda la habilidad por parte del equipo profesional que atiende al paciente (45).



El éxito de su atención odontológica depende en primer lugar de la capacidad de lograr y mantener la colaboración del paciente. El establecimiento de una buena comunicación junto con una actitud de empatía son las piedras angulares para alcanzar una buena relación con el paciente (46).

La primera visita es muy importante ya que constituye la introducción del paciente al consultorio y en ella se determinan las necesidades de tratamiento y control. Se recomienda que las citas sean cortas, a una hora temprana y sin esperas (46). De este modo, la información obtenida de la conducta manifestada en la primera visita orientará al profesional a la hora de elegir la modalidad para llevar a cabo la terapéutica requerida (47, 48).

El manejo del comportamiento persigue dos metas básicas: comunicación y educación. Los diferentes métodos pretenden aumentar la seguridad y mitigar los miedos y ansiedades del paciente. Puesto que los pacientes muestran diferentes grados de desarrollo y gran variedad de actitudes frente al tratamiento dental, es imperativo disponer de un arsenal de métodos de manejo del comportamiento y técnicas de comunicación para cubrir las necesidades individuales de cada uno de ellos (46, 49).

Una de las técnicas más empleadas es la de “*decir-mostrar-hacer*”. Este método incluye explicaciones verbales de los tratamientos que van a ser realizados adecuándose al nivel de desarrollo del paciente, demostrar los procedimientos en una puesta en escena no amenazante de forma visual, olfatoria, auditiva y táctil para finalmente completar la acción ejecutándola. De esta manera se permite que el paciente logre familiarizarse con el instrumental y ambiente dental disminuyendo miedos y/o ansiedad (46, 48, 50). En pacientes con deficiencias sensoriales se modificará esta técnica, de forma que con personas sordas será “*mostrar- hacer*” y con personas ciegas será “*decir-sentir-hacer*” (48).

Muy relacionada con esta técnica se encuentra la desensibilización que es un proceso progresivo que consiste en ir exponiendo al paciente a situaciones que le van generando cada vez mayor ansiedad, creando así una base de confianza y relajación que lo van a ayudar a superar los tratamientos. Se inicia explicando los procedimientos más fáciles y menos amenazantes, dejando los más difíciles para más adelante de manera que se reducen los temores y la tensión del paciente (46, 50).

En el caso de que el objetivo sea reforzar un comportamiento correcto y deseado para que aumente la frecuencia de aparición, se puede optar por los refuerzos positivos que pueden ser materiales, sociales o de actividad (48).

Nivel de riesgo	Frecuencia de radiografías	Frecuencia de revisiones	Test salivar. Flujo & cultivo bacteriano	Antibacterianos Clorhexidina Xylitol	Fluoruro	Control de pH	Suplementos tópicos de calcio y fosfato	Selladores
<b>Bajo</b>	24-36 meses	6-12 meses	Opcional	Opcional	Pasta dental fluorada 2 veces/día. Opcional: barniz NaF si hay exposición excesiva de raíz o sensibilidad	No es necesario	No es necesario. Opcional: para exposición excesiva de raíz o sensibilidad.	Opcional o según el protocolo de sellado ICDAS (Tabla 3)
<b>Moderado</b>	18-24 meses	4-6 meses	Con sospecha de alta actividad bacteriana	Caramelo o chicle de xylitol 2 veces al día	Pasta dental con flúor 2 veces/día + enjuague NaF al 0.05% Barniz NaF; 1 aplicación cada 4-6 meses	No es necesario	No es necesario. Opcional: para exposición excesiva de raíz o sensibilidad.	Según el protocolo de sellado ICDAS (Tabla 3)
<b>Alto</b>	6-18 meses	3-4 meses	Al inicio y en cada revisión	Enjuague clorhexidina 0,12% 1min/día 1 semana/mes. Chicle caramelo de xilitol (6-10 g / día), 2 chicles o 2 caramelos 4 veces al día	Pasta de dientes NaF al 1.1% 2 veces/día. Enjuague NaF al 0.2% 2 veces/día Barniz NaF; 1 aplicación cada 3-4 meses	No es necesario	Opcional: Aplicar pasta de calcio / fosfato varias veces al día.	Según el protocolo de sellado ICDAS (Tabla 3)
<b>Extremo</b>	6 meses	3 meses	Al inicio y en cada revisión	Enjuague clorhexidina 0,12% 1min/día 1 semana/mes. Chicle caramelo de xilitol (6-10 g / día), 2 chicles o 2 caramelos 4 veces al día	Pasta de dientes NaF al 1.1% 3 veces/día. Enjuague de NaF al 0.2% 2 veces/día. Barniz NaF; 1 aplicación cada 3 meses	Enjuague neutralizador de ácidos si hay sensación de boca seca, después de picar entre horas, antes de dormir y después del desayuno. Bicarbonato de sodio si es necesario	Aplicar pasta de calcio / fosfato dos veces al día	Según el protocolo de sellado ICDAS (Tabla 3)

Tabla 2. Pautas de tratamiento para los distintos niveles de riesgo de caries (28).

Código ICDAS	0	1	2	3	4	5	6
<b>Definición</b>	Superficie dental sana. No hay cambio por caries después de secado durante 5 seg.	Primer cambio visual en esmalte después de secado. Cambio de color mínimo limitado a los contornos de fosas y fisuras.	Cambio más visible en esmalte, se ve en húmedo, blanco o con color y más amplio que en fosa o fisura.	Rotura localizada de esmalte sin dentina visible o la sombra subyacente, sin continuidad del esmalte, ampliándose la fisura.	Sombra oscura subyacente en dentina, con o sin rotura de esmalte.	Cavitación franca con dentina visible, involucra menos de la mitad de superficie dental.	Cavitación extensa en dentina. Cavidad amplia y profunda, involucra más de la mitad de la superficie dental.
<b>Sellador/ restauración recomendado para bajo riesgo.</b>	Sellador opcional	Sellador opcional	Sellador opcional	Sellador o restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva
<b>Sellador/ restauración recomendado para riesgo moderado.</b>	Sellador opcional	Sellado recomendado	Sellado recomendado	Sellador o restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva
<b>Sellador/ restauración recomendado para riesgo alto</b>	Sellado recomendado	Sellado recomendado	Sellado recomendado	Sellador o restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva
<b>Sellador/ restauración recomendado para riesgo extremo.</b>	Sellado recomendado	Sellado recomendado	Sellado recomendado	Sellador o restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva	Restauración mínimamente invasiva

Tabla 3. Código ICDAS II y protocolo de tratamiento según Jensen y cols. (28)

Otra herramienta útil viene de la mano de la técnica de modelado en la que el paciente observa a uno o más sujetos (modelos) con una conducta apropiada. Este modelado puede ser en vivo o filmado, ofreciendo la posibilidad de cambiar una conducta o adquisición de nuevas, mediante las experiencias sustitutivas de otros (41, 47, 50).

También se puede añadir la distracción como forma de alejar la atención del paciente de algo que pudiera ser molesto o desagradable (46, 50). Además, se podría hacer uso del cambio del tono, volumen o velocidad de la voz (control de voz) para influir y redirigir el comportamiento del paciente (46, 50).

Así mismo hay que destacar la importancia de la comunicación no verbal que ayuda a guiar y reforzar el comportamiento en relación al contacto, postura y expresiones faciales (46).

En algunos colectivos de más difícil manejo, se han empleado técnicas para la familiarización previa y paulatina con fotos y dibujos (pictogramas) de la experiencia que vivirán posteriormente, así como del personal que encontrarán en la clínica dental. Este sería el caso de pacientes con trastorno del espectro autista (48, 51).

Por último, si ninguna de estas técnicas logra conseguir la colaboración suficiente del paciente existe la posibilidad de realizar un control físico del mismo (previa autorización del tutor-a) con el objetivo de reducir o eliminar los movimientos para proteger al paciente y facilitar la provisión de tratamiento de calidad (49).

El concepto de restricción física incluye el control de la apertura bucal, la sujeción de la cabeza del paciente y, sobre todo, el control del cuerpo y las extremidades (48). Esta restricción puede llevarse a cabo por el equipo asistencial o bien con ayuda de dispositivos como por ejemplo correas blandas alrededor de las muñecas.

Los abre bocas y los bloques de mordida de goma (previamente anudados con seda) usados para ayudar a mantener la boca abierta o bien a aumentar el grado de apertura bucal se consideran una herramienta realmente útil en gran número de pacientes (46-48).

Finalmente, otra forma de plantear estos casos más complejos es con un control farmacológico a modo de premedicación, sedación en sus diferentes grados o bien anestesia general (46, 48, 49).

Independientemente de las técnicas de manejo de conducta empleadas para lograr un grado de colaboración suficiente, resulta de gran importancia el uso del dique de goma en el tratamiento restaurador. Este aditamento ayuda a delimitar el campo operatorio y evita la contaminación del mismo. Por otro lado, favorece al control del paciente, mejora su apertura, evitando además posibles aspiraciones de material residual y cuerpos extraños (48).

Devolviendo la atención al tratamiento de las lesiones de caries en el paciente con necesidades especiales, cabe recordar que la forma tradicional de enfocarlo ha sido mediante un abordaje quirúrgico que requería el sacrificio de aquella parte del diente afectada por la caries y la extensión a áreas que se suponía que eran resistentes a la misma ("extensión por prevención"). Las razones de esta práctica incluyeron la falta de comprensión del proceso de caries, en particular el potencial de remineralización y las propiedades físicas de los materiales restauradores disponibles en ese momento (52).

El conocimiento del proceso de caries adquirido en los últimos años ha podido desarrollar los principios de la "odontología de mínima intervención" (OMI). Específicamente, el enfoque tradicional "quirúrgico" ahora puede ser reemplazado por el enfoque "biológico" o "terapéutico", reconociendo que la caries es una enfermedad infecciosa (52).

El concepto reiteró que las acciones preventivas o no operativas deben ir de la mano de la atención restauradora, y que la evaluación del riesgo y progresión de las lesiones cariosas juega un papel vital en la provisión de un cuidado adecuado (53). En el caso de pacientes con necesidades especiales, el desarrollo y aplicación de esta nueva corriente adquiere mayor importancia.

La odontología de mínima intervención (OMI) será, por tanto, una respuesta a la manera tradicional y quirúrgica de manejar la caries dental en el paciente con diversidad funcional. El desarrollo de diversos sistemas y materiales adhesivos ha contribuido en gran medida a lograr el objetivo principal de OMI y la capacidad de reducir la necesidad de sacrificar tejidos dentales sanos en relación con los conceptos restauradores tradicionales (53).

Esta filosofía que cada vez gana más adeptos en el mundo intenta garantizar que los dientes se mantengan funcionales para toda la vida con preparaciones cavitarias más pequeñas y menos destructivas (53). Además, reconoce que la caries es una afección multifactorial asociada con el estilo de vida, que es impulsada por un cambio ecológico dentro de la biopelícula oral de una población equilibrada de microorganismos a una población microbiológica acidogénica, acidúrica y cariogénica desarrollada y mantenida por el consumo frecuente de carbohidratos dietéticos fermentables (53-56). El cambio de

actividad resultante en la biopelícula está asociado con un desequilibrio entre la desmineralización y la remineralización que conduce a una pérdida de mineral dentro de los tejidos duros dentales (53-56).

Hay que añadir que el término de odontología de mínima intervención, no se limitará únicamente al manejo de la caries dental, sino que también se aplica a otras áreas de la salud oral; tales como periodoncia, rehabilitación y cirugía oral (53).

El objetivo del manejo restaurador será detener la lesión de caries, preservando el tejido no desmineralizado y remineralizable, lograr un sellado adecuado manteniendo la salud pulpar devolviendo la función y estética del diente, evitando el depósito de placa (54, 57).

Antes de tomar una decisión en relación con el material de obturación que se utilizará en circunstancias no ideales, se debe considerar la naturaleza del problema a resolver. Es esencial que el operador evalúe la situación y seleccione el material y la técnica apropiada antes de atender al paciente (58). La finalidad principal es mantener o mejorar la calidad de vida del paciente ya que debe preservarse la capacidad masticatoria, la dicción, la apariencia y eliminar posibles focos de dolor. Por esta razón, durante siglos el principal desafío ha sido desarrollar materiales biocompatibles, de larga duración (58).

El tratamiento de la caries mediante obturación o restauración dental suele realizarse mediante una técnica directa, colocando el material sobre el diente dañado de forma inmediata. También podría realizarse mediante una técnica indirecta, realizando una impresión de la preparación dental para confeccionar el material de restauración en el laboratorio que posteriormente será colocado y cementado (58, 59).

En el caso de los pacientes con necesidades especiales, en la mayoría de los casos, exceptuando aquellos pacientes altamente colaboradores, con buen control de la dieta y correcta higiene bucodental, el tratamiento mediante técnicas indirectas estaría fuera de discusión. El principal motivo sería la dificultad planteada tanto para el operador como para el paciente en cuanto a operatoria, así como a la alta tasa de caries y lesiones recurrentes de caries debido a la continuación de los mismos factores de riesgo que causaron la primera lesión que podrían iniciar una nueva área de desmineralización adyacente a una restauración previamente colocada (60).

Generalmente la elección se limitará a un material restaurador directo: amalgama de plata, resina compuesta o ionómero de vidrio (60).

Independientemente del tipo de material, lo más importante en cualquiera de ellos es la durabilidad, que va a depender de diversos factores: adherencia a las estructuras dentarias, propiedades químicas, mecánicas, biológicas, térmicas, reológicas y características del fraguado (59).

Tradicionalmente, la amalgama de plata ha sido un gran aliado en prácticas restauradoras en pacientes con diversidad funcional debido a su longevidad, sus buenas propiedades mecánicas, menor sensibilidad a la técnica en comparación con las resinas compuestas y el éxito en pacientes con alto riesgo de caries (61).

A pesar de esto, la colocación de la amalgama requiere un acceso mínimo razonable a la lesión durante un período de tiempo suficiente para aplicar una condensación adecuada sin contaminación. Además, al no ser posible una adhesión de este material al diente, se requieren diseños de cavidad retentivos mecánicamente y poco conservadores. Otro inconveniente evidente es la falta de estética y semejanza óptica con el diente junto con la presencia de mercurio en la composición de la amalgama de plata (60).

Por esto mismo, muchos países se han comprometido a reducir el uso de la amalgama de plata y en la Convención de Minamata en 2013 se acordó una eliminación gradual de este longevo material restaurador (62-65).

La creciente demanda de restauraciones más estéticas y sin mercurio ha impulsado el aumento en el uso de las resinas compuestas. En los últimos años, la resina compuesta parece ser el material de elección en casos de restauración directa. Estos materiales poseen una serie de ventajas sobre la amalgama de plata dental, incluida la estética mejorada, permiten una preparación conservadora de la cavidad y se adhieren al diente con un sistema de unión compatible previa preparación dental (66).

Los estudios apoyan cada vez más la longevidad de las resinas compuestas como material restaurador, sin embargo, su colocación no está exenta de limitaciones. Se requiere un aislamiento absoluto del diente y se recomienda una técnica de colocación mediante incrementos (61).

Estos requisitos, en el caso de pacientes con necesidades especiales, puede suponer un obstáculo importante; primero, por el tiempo necesario que debe emplearse y segundo, la no realización de la técnica de forma efectiva (por ejemplo por falta de apertura o movimientos reiterados de la cabeza) que permita manipular el material de forma correcta, puede llevar a la introducción de vacíos dentro de la restauración o incluso dejar alguna zona sin polimerizar en la base o entre las distintas capas. Esto puede suponer una reducción de la resistencia, evitar un sellado adecuado de la restauración, causar una sensibilidad postoperatoria o un fracaso temprano de la restauración (66).

De manera que, el tiempo necesario para la colocación y la técnica tan sensible y depurada que se requiere en el uso de la resina compuesta en comparación con la amalgama de plata, serían los principales obstáculos para la eliminación gradual de la amalgama en pacientes especiales (66).

Así pues, la alternativa a la amalgama de plata y a la resina compuesta podría venir de la mano del ionómero de vidrio restaurador.

Desarrollos recientes en estos materiales han supuesto mejoras considerables en las técnicas de colocación y en las propiedades físicas (60, 66). Incluso llegan a ser en casos de alto riesgo de caries, el material de elección (67, 68).

Las principales ventajas del ionómero de vidrio en estas circunstancias incluyen su biocompatibilidad, la adhesión *per se* tanto al esmalte como a la dentina y una liberación continua de flúor que ayuda en la remineralización e incluso reduce o inhibe el depósito de placa (60, 69). Asimismo, es fácil de manejar en circunstancias difíciles y tolera la colocación en una atmósfera ligeramente húmeda porque, como cemento a base de agua, requiere un grado de humedad para mantener el balance de agua durante el fraguado (60, 70).

Por tanto, el ionómero de vidrio restaurador puede convertirse en una alternativa altamente valiosa en circunstancias especiales (71, 72).

En el siguiente apartado se desarrollarán de forma más detallada las propiedades, características, composición y técnicas de manejo clínico de cada uno de los tres materiales para obturación directa en pacientes con necesidades especiales.

## 1.6. Materiales para restauración directa.

### 1.6.1. Recuerdo histórico.

Se cree que la odontología tuvo su origen aproximadamente en el año 3000 a. C (58). Desde la antigüedad hasta el siglo XVIII las cavidades dentales se han restituido con diversos materiales, por ejemplo, láminas de oro, amalgamas, composites, cerámica, metal-cerámica, entre otros (58).

La odontología moderna empezó en 1728, cuando Fauchard publicó un tratado sobre distintos tipos de restauraciones dentales, que incluía un método para la construcción de prótesis artificiales de marfil. Además, empleaba láminas de estaño o cilindros de plomo para rellenar las cavidades dentales. (58) En 1817, el dentista francés Planteau fue el primero en introducir dientes de porcelana en Estados Unidos (58).



En 1853 se introdujo en Estados Unidos e Inglaterra el oro esponjoso en lugar de las láminas de oro para obturar cavidades y en 1855 se propuso el uso de oro cohesivo. En 1897, Philbrook describió el uso de obturaciones metálicas hechas a partir de modelos de cera de la cavidad dental (58, 73).

En 1816, Taveau desarrolló en Francia la que probablemente sea la primera amalgama dental, utilizando monedas de plata mezcladas con mercurio ("Paté d'argent") a pesar de que el primer uso de la amalgama dental se recoge en la literatura china en el año 659 (58). La amalgama de plata llegó a Estados Unidos y se mejoró su fórmula para evitar la expansión (74). E. Townsed, consiguió mejorar sus propiedades con su aleación compuesta de plata y estaño en proporciones iguales (75). Black, en 1916 perfecciona sus propiedades mecánicas y describe de forma exhaustiva su técnica de aplicación que aún persiste en nuestros días (58).

En 1929, la ADA establece los límites en los porcentajes de sus diferentes componentes, consiguiendo la uniformidad para los preparados comerciales aunque más adelante, en 1963, Innes y Youdelios emplearon mayor cantidad de cobre para mejorar las propiedades de la amalgama, dando lugar a la aleación de fase dispersa (73, 74).

El nuevo tratamiento de la caries mediante obturaciones más naturales y estéticas, adheridas al diente, fue gracias a los estudios de Michael Buonocore (1955) quien grabó el esmalte con ácido fosfórico, desmineralizándolo parcialmente y volviéndolo irregular y retentivo. Este descubrimiento dio pie a que se pudiera retener una resina en dichas irregularidades y comenzar así la era estética y adhesiva de la odontología (73, 74).

Durante los años 70, se incorpora el relleno a la matriz de resina, dando lugar a las resinas compuestas de macrorrelleno quimiopolimerizables. Al final de esta década, con la llegada de la lámpara de luz ultravioleta, la polimerización pasó a activarse con dicho sistema (74).

En los años 80 aparecen los microrrellenos que ofrecen mejor pulido y estética y más tarde se desarrollaron las resinas híbridas con partículas de relleno de diferentes tamaños (74). A partir de los 90 aparecen los híbridos de nanopartículas, viscosidades más fluidas y lámparas más potentes y rápidas de LEDs (74).

En odontología, la continua evolución e investigación conlleva la mejora de las propiedades de los materiales y esto obliga a una constante actualización, estandarización y normalización (74). Así pues, han sido creadas un conjunto de

normas o especificaciones con la finalidad de obtener unos instrumentos y materiales dentales seguros y de calidad antes de ser comercializados (74).

Durante más de 125 años, la ADA (Asociación Dental Americana) ha tratado de fomentar la garantía, fiabilidad y eficacia de los productos dentales. Actualmente, el sello de aceptación de la A.D.A es un símbolo de seguridad (58).

Tanto la Federación Dental Internacional (FDI) como la Organización Internacional de Normalización (ISO) trabajan para conseguir establecer especificaciones internacionales sobre los materiales dentales (58). La FDI, inició y apoyó un programa para la creación de normas internacionales sobre los materiales dentales. La ISO es una organización internacional no gubernamental cuyo objetivo es el desarrollo de normas internacionales (58).

El beneficio de todas estas especificaciones para la odontología es incalculable teniendo en cuenta la oferta y la demanda de materiales, instrumental y dispositivos dentales (58). En España, contamos con A.E.N.O.R (Asociación Española de Normalización y Certificación) que vela por estos mismos objetivos.

En los siguientes apartados, se expondrán los materiales para restauración directa de cavidades actualmente aceptados, centrándose en sus propiedades y características de su manejo clínico.

#### 1.6.2. Materiales para restauración directa. Amalgama de plata.

##### 1.6.2.1. Definición, composición de la aleación y amalgamación.

Una aleación es “una mezcla de dos o más metales, que una vez fundidos y enfriados hasta alcanzar la temperatura ambiente, adoptan un tipo de cristalización característica, que confiere unas determinadas propiedades” (75).

Una amalgama es una aleación que contiene mercurio en estado líquido a temperatura ambiente y se puede mezclar con metales en estado sólido (75-77).

El proceso de amalgamación o también conocido como trituración, consiste en la liberación de pequeñas dosis de mercurio desde el compartimento cerrado de una cápsula a otro compartimento que contiene la aleación en polvo y una vez juntos, serán mezclados en un vibrador de amalgama (76).

La especificación n. °1 de la American National Institute (ANSI)/American Dental Association (ADA) determina que las aleaciones para amalgama estén formadas fundamentalmente por plata y estaño. Se pueden admitir cantidades

de otros elementos (cobre, zinc, oro, mercurio) en concentraciones que no están fijadas, pero siempre menores al contenido de plata o estaño (75, 76).

Las aleaciones con una concentración mayor del 0,01% de zinc deben denominarse aleaciones con contenido de zinc para amalgama dental. Las que lo incluyen en cantidad igual o menor al 0,01% reciben el nombre de aleaciones sin contenido en zinc (75, 76).

Además, se tiene muy en cuenta la proporción de cobre, distinguiendo entre composiciones de bajo contenido en cobre, entre un 2 y un 7% y de alto contenido en cobre, entre un 12 y un 30% (75, 76, 78).

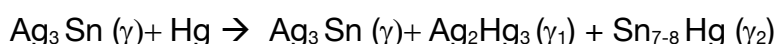
Los otros elementos, plata y estaño, ocupan el mayor porcentaje de la aleación, y entran a formar parte de ella mediante la denominada fase gamma ( $\gamma$ ) que es un compuesto intermetálico que juega un papel fundamental en la amalgamación y en las propiedades finales del material (75, 76).

En la actualidad es poco frecuente emplear las aleaciones de plata-estaño con bajo contenido en cobre propuesta por G.V. Black. En la década de 1970, se desarrollaron nuevas aleaciones de amalgama que contenían entre el 6 y el 30% en peso de cobre (75, 76). Muchas de esas aleaciones dan lugar a amalgamas ricas en cobre superiores en muchos aspectos a las amalgamas tradicionales de bajo contenido en cobre (73, 76).

Para obtener la amalgama, es preciso mezclar la aleación. Actualmente, este proceso se realiza mecánicamente, obteniéndose una masa plástica que en pocos minutos se endurece quedando sólida y rígida (75).

En las aleaciones de bajo contenido en cobre, la composición fundamental de las partículas está constituida por la denominada fase  $\gamma$  ( $\text{Ag}_3\text{Sn}$ ). Cuando la aleación es triturada y mezclada con el mercurio, éste, moja las partículas en su superficie y comienza la reacción, produciéndose el primer estadio que es la disolución de la fase  $\gamma$ , quedando separados los componentes de plata y estaño y comienza la segunda fase o amalgamación, donde el mercurio se combina con la plata para formar la fase  $\gamma_1$  ( $\text{Ag}_2\text{Hg}_3$ ) y con el estaño para formar la fase  $\gamma_2$  ( $\text{Sn}_{7-8}\text{Hg}$ ). Estas fases al formarse van cristalizando y da lugar a una tercera fase (75-77).

Esta reacción puede resumirse con la siguiente fórmula (75-77):



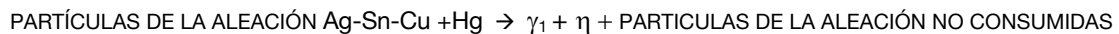
Es preciso remarcar la formación de unas fases con propiedades mecánicas distintas, mientras que las fases  $\gamma$  y  $\gamma_1$  presentan un buen comportamiento mecánico, la fase  $\gamma_2$  además de pobres propiedades de resistencia mecánica, presenta el problema de ser fácilmente corroible, de

manera que las investigaciones se enfocaron en solventar este problema. Finalmente se consiguió con el empleo de las amalgamas de alto contenido en cobre (75-77, 79). Concretamente, en la década de 1960, el primer cambio de composición importante ocurrió con la introducción de más cobre en la aleación al agregar Ag-Cu. El Cu adicional reaccionó con Sn, formando  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  en lugar de  $\text{Sn}_8\text{Hg}$  ( $\gamma_2$ ). El reemplazo de  $\gamma_2$  por  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  resulta en una mejor resistencia a la corrosión y mejores propiedades mecánicas. Estas amalgamas se denominaron amalgamas ricas en Cu o libres de fase  $\gamma_2$  (73, 75, 76, 79) y serían las más usadas ya que mostraron mejores resultados en estudios clínicos, concretamente, mejoraron las características físicas, se advertía menor corrosión y la integridad marginal era superior (73, 75, 76, 79).

Existen dos tipos de polvos de aleación con alto contenido cobre. El primero es de aleación mixta ya que es una combinación de, por lo menos, dos clases de partículas. El segundo es una aleación de composición única debido a que cada partícula del polvo posee la misma composición química (76). Aunque en los dos tipos presentan más del 6% en peso de cobre, en las aleaciones mixtas varía del 9% al 20% y en las aleaciones de composición única varía desde el 13 al 30% (76).

Las fases que se identifican en cada partícula de aleación de composición única incluyen la fase  $\beta$  (Ag-Sn), fase  $\gamma$  ( $\text{Ag}_3\text{Sn}$ ) y fase  $\varepsilon$  ( $\text{Cu}_3\text{Sn}$ ). Algunas aleaciones pueden tener también fase  $\eta$  ( $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ ) (73).

La reacción del polvo de la aleación de composición única con el mercurio es:



En la mayor parte de las amalgamas de composición única, se forma poca o ninguna fase  $\gamma_2$  (76).

El producto de la trituración es una masa plástica que se aplicará con unos instrumentos especiales en un proceso denominado condensación. La reacción de la amalgama continúa durante el periodo de manipulación dentro de la boca y disminuye al cabo de pocos minutos, tiempo en el cual la amalgama dental aumenta su resistencia y dureza, siendo suficiente para soportar las fuerzas de la masticación (75, 76). Cada paso de la manipulación, desde que se obtura la cavidad hasta que se pule la restauración, puede alterar las propiedades físicas y químicas de la amalgama, lo que puede significar el éxito o fracaso de la restauración (76).

#### 1.6.2.2. Propiedades.

En condiciones ideales, una amalgama dental debería fraguar sin padecer ningún cambio dimensional a lo largo de toda la vida de la restauración. Sin embargo, hay una serie de factores que influyen tanto en la variación dimensional inicial como en la estabilidad dimensional a largo plazo (76, 80).

Las amalgamas se expanden o contraen según su manipulación, pero el cambio que sufren debe ser pequeño ya que una contracción alta favorece la microfiltración, el acúmulo de placa y la caries secundaria (75, 76). Una expansión excesiva puede provocar presión en la pulpa y sensibilidad postoperatoria (75, 76). Una restauración también puede experimentar protrusión como consecuencia de una gran expansión. La especificación n.º 1 de la ANSI/ADA exige que la amalgama no se debe contraer ni expandir en más de 20  $\mu\text{m}/\text{cm}$  medido a 37°C entre los 5 minutos y 24 horas después del comienzo de la trituración (75, 76).

Son muchas las causas que pueden producir cambios dimensionales de la amalgama: el tamaño de las partículas, mayor cantidad de mercurio, cambios en el tiempo de trituración, condensación insuficiente o contaminación por humedad (78). Este último factor es uno de los más influyentes. La expansión retardada en las amalgamas que contienen zinc se produce probablemente por la presión interna que ejerce el gas de hidrógeno, uno de los productos de corrosión entre el zinc de la amalgama y la humedad que se ha incorporado a la mezcla. La expansión retardada a menudo provoca dolor intenso a los cuatro o cinco días después de la colocación (75, 76).

La resistencia a la fractura es el requisito fundamental de cualquier material restaurador (80) ya que, aunque sea de una zona pequeña y sobre todo si es en los márgenes, la fractura de una amalgama favorece la corrosión, la caries secundaria y el fracaso clínico subsiguiente (76). En el caso de la amalgama, esta resistencia es buena y los defectos más comunes se suelen presentar en los márgenes de la misma (75).

En cuanto a la resistencia a la compresión, cuando la amalgama de plata se manipula convenientemente, muestran una resistencia a la compresión por encima de los 310 megapascuales (MPa) (76). Al cabo de la semana, la resistencia a la compresión de las amalgamas con alto contenido en cobre es generalmente mayor que las amalgamas con poco cobre (78).

Además, la amalgama es más débil bajo tracción y flexión que bajo compresión. Las amalgamas con alto y bajo contenido en cobre presentan una resistencia a la tracción entre 48 y 70 MPa. Por tanto, el diseño de la cavidad debe incluir zonas de soporte siempre que se corra el riesgo de flexión o tracción (76).

Hay que tener en cuenta el efecto del tiempo de trituración ya que una infra o sobretrituración de la amalgama hace que disminuya la resistencia tanto en amalgamas tradicionales como las que tienen alto contenido en cobre (76).

La cantidad de mercurio también es un factor muy importante en el control de la resistencia (78). El mercurio debe mojar cada fragmento de la aleación; de otro modo, el resultado es una mezcla granular seca que dejará una superficie áspera que favorecerá la corrosión (76).

La técnica de condensación modifica las propiedades de la amalgama ya que a medida que la presión de condensación aumenta, será mayor la resistencia la comprensión, sobre todo la resistencia temprana ya que se reduce la porosidad y se exprime el mercurio (76).

Se sabe que la resistencia a la fractura de las amalgamas sometidas a tasas de deformación lenta se relaciona con el deterioro marginal; es decir, cuanto más alto es el escurrimiento, mayor es el deterioro marginal y los desajustes son más importantes (77).

Es prudente seleccionar una aleación comercial con un índice de escurrimiento por debajo del valor del 3% recomendado en la especificación n.º 1 de la ANSI/ADA (76). Los valores de escurrimiento de las amalgamas con bajo contenido en cobre se encuentran entre el 0.8% y 8% (76, 78). Las amalgamas ricas en cobre presentan valores de escurrimiento mucho menores, incluso por debajo del 0,1% debido a la escasez o ausencia de fase  $\gamma_2$  (76, 78).

A menudo, las restauraciones de amalgama se corroen y pigmentan en el medio oral. El grado de pigmentación y de decoloración puede depender del ambiente oral individual e incluso de la aleación empleada (78, 79). La fase  $\gamma_2$  se relaciona con el fracaso marginal y la corrosión de las amalgamas tradicionales (76, 78, 80).

Por otro lado, cabe añadir que las restauraciones de amalgama reducen la posibilidad de caries secundarias con el tiempo al formar óxidos en el margen de las cavidades como resultado de esta corrosión natural del material (80).

Se debe hacer todo el esfuerzo posible para generar una superficie uniforme y homogénea en la restauración para reducir al mínimo la pigmentación y corrosión (76). Además, cuando se coloca una restauración de oro al lado de una amalgama, es previsible la corrosión de esta última. Esta corrosión puede liberar mercurio, que contamina y debilita la restauración de oro. En otras ocasiones se puede producir el efecto biológico conocido como galvanismo (76).

### 1.6.2.3. Situación actual.

A pesar de la larga historia y la popularidad de la amalgama dental como material de restauración, existe una preocupación con respecto a los posibles efectos adversos para la salud derivados de la exposición al mercurio que contiene este material (62).

Se han descrito episodios de respuesta alérgica de reacción antígeno-anticuerpo. Esta respuesta provoca prurito, erupciones, estornudos, dificultades respiratorias, inflamaciones y otros síntomas. La dermatitis de contacto o reacción de hipersensibilidad representa el efecto colateral fisiológico más probable en las amalgamas dentales a pesar de que solo se presenta en un 1% de toda la población tratada (76).

Químicamente, el mercurio existe en tres formas principales: elemental, inorgánico y orgánico. Estas tres formas son diferentes en sus propiedades físicas y químicas, sus tasas de absorción, excreción y patrones de distribución en los tejidos (62). La forma química del mercurio, por lo tanto, determina su perfil toxicológico, siendo el mercurio elemental el más volátil de los tres (62).

Las fuentes de mercurio en el agua potable y en los alimentos son generalmente compuestos de mercurio inorgánicos y orgánicos. Los compuestos orgánicos son la forma más frecuente de exposición asociándose con los mariscos, pescados, insecticidas, pesticidas entre otros (62, 81).

El mercurio elemental inhalado (de la amalgama dental) puede aumentar la carga corporal total del mercurio. Éste es un neurotóxico bien documentado, especialmente durante el desarrollo temprano del cerebro, y el mercurio inorgánico también constituye un peligro para la función renal (82).

Sin embargo, a niveles clínicos, la evidencia es débil y los datos se derivan principalmente de cálculos basados en modelos. Los estudios en grandes colectivos de pacientes no mostraron ninguna correlación clara entre el número de restauraciones de amalgama dental y los efectos negativos para la salud (82).

De este modo, todavía existe controversia sobre si el mercurio proveniente de la amalgama contribuye significativamente a la carga total de mercurio en el cuerpo ya que a pesar de que se ha reconocido que la exposición crónica al vapor de mercurio debido a una manipulación inadecuada de la amalgama dental puede ser un peligro potencial para la salud en el lugar de trabajo, la corta duración de la exposición en la colocación o retirada de una restauración de amalgama, no se ha demostrado suficiente para causar efectos adversos en los pacientes (62, 81). La exposición al mercurio tanto para el paciente como para el personal dental es más alta durante el procedimiento para colocar o extraer la amalgama dental, lo que provoca un aumento transitorio de los niveles plasmáticos de mercurio (82).

El peligro principal para el personal odontológico es una intoxicación por mercurio a partir de la inhalación de éste. El valor máximo de la exposición ocupacional considerada como segura es de 50 µm de mercurio por metro cúbico de aire y día (76).

A pesar de todo, los niveles de exposición al mercurio entre los profesionales dentales y pacientes han ido disminuyendo con el paso de los años, probablemente como resultado de protocolos mejorados para su manipulación que incluye el uso de un evacuador de alto volumen, uso del dique de goma, utilización de guantes, gafas y mascarilla junto con la presentación de la amalgama en cápsulas pre-dosificadas (62, 81).

Por otro lado, los gabinetes dentales deben contar con separadores de amalgama que retengan y recojan las partículas de amalgama, incluidas las contenidas en el agua, garantizando la recogida del 95% de las mismas. Además, los residuos de amalgama serán tratados y recogidos por empresas autorizadas, estando completamente prohibida su liberación al medio ambiente (62, 76, 81).

En 2013, en la Convención de Minamata sobre el mercurio, se acordó una reducción gradual en el uso de amalgama dental en el tratamiento restaurador (62-65). Actualmente, el mayor enfoque en la prevención de caries, la investigación y el desarrollo de nuevos materiales de restauración dental con calidad mejorada, seguridad, longevidad y propiedades adhesivas favorecen la disminución del uso de amalgama dental (64).

La FDI apoya a la Organización Mundial de la Salud en la reducción gradual del uso de amalgama dental a través de un mayor énfasis en la prevención y la investigación de opciones de tratamiento alternativas incluido el enfoque de intervención mínima, cuando corresponda (64).

### 1.6.3. Materiales para restauración directa. Resina compuesta.

#### 1.6.3.1. Definición. Composición y función de los componentes.

Cabe recordar que el esmalte y la dentina de los dientes son dos ejemplos de los muchos materiales compuestos que se encuentran en la naturaleza. El esmalte contiene aproximadamente un 95% en peso de estructura inorgánica, de la cual un 90-95% es hidroxapatita, un 1% en peso de una estructura orgánica denominada enamulina y un 4% de agua (83). La dentina contiene aproximadamente un 75% en peso de estructura inorgánica, fundamentalmente pequeños cristales de hidroxapatita, un 20% en peso de masa orgánica (del cual un 90% es colágeno) y un 5% en peso de agua (83).



Como se ha descrito en apartados anteriores, el tratamiento de la caries mediante obturaciones estéticas, adheridas al diente, parte de los estudios de Michael Buonocore (1955) quien utilizó el ácido fosfórico, para desmineralizar parcialmente el esmalte, volviéndolo irregular y retentivo (83). Este descubrimiento dio pie a que se pudiera retener una resina en dichas irregularidades y comenzar así un avance en odontología adhesiva y estética (83).

Uno de los avances más importantes lo realizó Bowen en 1962 cuando desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta. La principal innovación de Bowen fue el bisfenol A glicil metacrilato (bis-GMA), una resina dimetacrilato y un agente de conexión de silano orgánico que producía la adhesión entre las partículas de relleno y la matriz de resina (73, 83).

La composición ha evolucionado significativamente desde que los materiales se introdujeron por primera vez en la odontología, los cambios más importantes han involucrado el relleno de refuerzo, que se ha reducido deliberadamente en tamaño para producir materiales que se pulen con mayor facilidad y eficacia y demuestran una mayor resistencia al desgaste (84). Las variaciones actuales se centran más en la matriz polimérica del material, principalmente para desarrollar sistemas con reducción de la contracción de polimerización e incluso hacerlos autoadhesivos a la estructura dental (84, 85).

Por tanto, si se quiere definir a las resinas compuestas dentales, se podría describir como “un material con una gran densidad de entrecruzamientos poliméricos, reforzados por una dispersión de sílice amorfo, vidrio, partículas de relleno cristalinas u orgánicas y/o pequeñas fibras que se unen a la matriz gracias a un agente de conexión” (83).

Las resinas compuestas se utilizan actualmente para una gran variedad de aplicaciones en odontología, que incluyen, entre otros, materiales de restauración, bases cavitarias, selladores de fosas y fisuras, reconstrucción de muñones, incrustaciones, restauraciones provisionales, cementos para prótesis fija y dispositivos de ortodoncia, selladores endodónticos y para postes radiculares (83). Es probable que el uso de estos materiales continúe creciendo tanto en frecuencia como en aplicaciones debido a su versatilidad (84).

#### Matriz de resina.

Se trata de moléculas complejas que, en forma de monómeros y oligómeros, formarán macromoléculas mediante un mecanismo de polimerización (86). Estas moléculas están basadas en la combinación de grupos químicos como serían los acrilatos, diacrilatos, epoxi, fenoles, etc (86).

La mayoría de las resinas emplean una mezcla de monómeros de dimetacrilato alifáticos y/o aromáticos, como la Bis-GMA, el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) y el dimetacrilato de uretano (UDMA). Éstos tres son los ingredientes de la matriz de resina que más se emplean para formar la estructura de polímero entrecruzado (83, 87, 88).

Cuando los monómeros, que se encuentran en forma de un agregado de moléculas libres, se juntan para formar cadenas poliméricas que se entrecruzan y ensamblan de forma rígida (fraguado) se produce una contracción volumétrica (87). Esta contracción produce unas tensiones inevitables en la resina que tienden a desarrollarse en la interfase del material compuesto que debilitará la adhesión incluso puede producir grietas en los márgenes de la restauración (83, 87). Esto conlleva tinciones, caries secundarias y otros problemas clínicos (83).

Un alto peso molecular del monómero reduce la contracción de fraguado y aumenta las propiedades mecánicas, pero también aumenta la viscosidad (83). Bis-GMA tiene un peso molecular alto lo que reduciría la contracción de polimerización, pero esta misma característica lo hace más viscoso y por ende más difícil de manipular y de mezclar. Por ello, es necesario utilizar monómeros mucho más fluidos, de un peso molecular más bajo para que se consigan unos niveles de relleno lo suficientemente altos y una consistencia adecuada para su manipulación (83). Para ello se emplea habitualmente el TEGDMA (trietilenglicol-metacrilato), EGDMA (etilen- glicol-metacrilato), BIS-MA (bisfenol-metacrilato), MMA (metil-metacrilato) reduciendo significativamente su viscosidad (83, 86-88).

No existe una combinación perfecta que pueda desarrollar una resina compuesta “universal”. Por ello han proliferado muchos tipos de productos de restauración a base de resina, cada cual con una aplicación específica.

Relleno.

La incorporación de partículas de relleno dentro de la matriz de resina mejora sustancialmente las propiedades del material (88).

Muchas de las propiedades de las resinas compuestas dentales se han mejorado gracias a un aumento de la carga del relleno. Por ejemplo, mayor dureza, resistencia a la compresión y tracción, resistencia a la abrasión, aumento de la rigidez, disminución del desgaste, reducción de la contracción de polimerización, reducción de la expansión y contracción térmica (lo que produce menos tensión en la interfase), mejor manipulación, disminución en la absorción de agua, menor reblandecimiento y tinción (83, 85).

Clásicamente, el tamaño de las partículas de relleno oscila entre 0,1 y 100  $\mu\text{m}$  (83). En las resinas compuestas convencionales, las partículas tienen un tamaño promedio que superan 1  $\mu\text{m}$ , denominándose “macrorelleno”. Este material tiene mejores propiedades mecánicas, pero resulta más difícil de pulir (83, 84, 89). Aquellas partículas de tamaño menor a una micra (aprox. 0,04  $\mu\text{m}$ ) formarán lo que se conoce como “microrelleno” que ofrece mejor pulido y estética, pero pierde en propiedades mecánicas (83, 84, 89).

El desarrollo de un material “híbrido” en el cual se combinan diferentes tamaños de partícula, surge con la finalidad de aportar un mayor número de aplicaciones clínicas aunando propiedades mecánicas y estéticas. La innovación más reciente es el desarrollo de composites de “nanorelleno” con tamaño de partícula de 0.005  $\mu\text{m}$ -0,01  $\mu\text{m}$  (83, 84, 89).

Agente de conexión.

Las partículas de relleno deben adherirse a la matriz de resina mediante el empleo de un agente de conexión. Éste mejorará las propiedades mecánicas y físicas y evitará la filtración de agua a lo largo de la interfase resina- relleno (88).

Esta unión se hace por dos procedimientos, el primero será mecánico y se consigue con un relleno que tenga una superficie irregular, de tal forma que la matriz se introduzca dentro de las anfractuosidades durante la polimerización (86). El segundo se trata de un proceso químico en el cual se intercala entre la matriz y el relleno algún compuesto químico que adhiera a ambos (86). Como la naturaleza química de los constituyentes es muy diferente (matriz orgánica y relleno inorgánico) se recurre a una molécula bifuncional, es decir, una molécula que por un extremo sea “compatible” con la porción orgánica y, por el otro, con la porción inorgánica (86, 88).

Los agentes que se emplean con mayor frecuencia son los organosilanos (88). Los grupos metacrilato organosilano forman uniones covalentes con la resina cuando se polimerizan, completando el proceso de conexión (83).

Sistema activador-iniciador.

Mediante este método se consigue que la resina compuesta blanda y modelable se transforme en un material duro de larga duración. La activación de las resinas compuestas odontológicas puede ser química, lumínica o combinación de ambas (90).

En el caso de la resina para obturaciones se emplea la activación por luz visible azul que tiene una buena profundidad de fraguado y tiempo de trabajo adecuado (90).

El sistema de iniciación de los radicales libres, consiste en una amina terciaria iniciadora y una sustancia sensible a la luz, que se encuentran en la pasta (91-93). Si estos compuestos no se exponen a la luz no interactúan. Sin embargo, la exposición a una luz en la región azul (longitud de onda aprox. 468 nm) produce un estado excitado del agente fotosensible que le hace interactuar con la amina y formar los radicales libres que inician la polimerización de adición (93).

La canforoquinona (CQ) es un agente fotosensible que se emplea comúnmente con una cantidad del 0,2% en peso de la pasta (83, 88, 91). Los iniciadores de amina que se requieren para interactuar con la CQ, como el dimetil aminoetil metacrilato (DMAEMA), también se encuentran en baja proporción, aproximadamente un 0,15% en peso (83).

Inhibidores.

Se añaden para minimizar o prevenir la polimerización accidental o espontánea del monómero (83). Si se forman radicales libres en el caso, por ejemplo, de una exposición accidental a la luz ambiental, los inhibidores reaccionan con los radicales libres mucho más deprisa que los radicales libres reaccionan con el monómero. Esto interrumpirá una reacción en cadena mediante la inhibición de la reacción antes de que los radicales libres sean capaces de iniciar la polimerización.

Un inhibidor típico es el hidroxitolueno butilado (HTB), empleado en una concentración del 0,01% en peso (83).

Modificadores ópticos.

Para que las resinas compuestas tengan una apariencia natural, deben tener un tono y una translucidez semejante a la estructura dental. La tonalidad se logra mediante la adición de diferentes pigmentos que suelen ser cantidades pequeñas de óxidos de metal. La translucidez y opacidad también se ajustan para parecerse a la dentina y esmalte (83).

### 1.6.3.2. Clasificación de las resinas y sus propiedades generales.

Las resinas compuestas pueden clasificarse en función del tamaño y distribución de las partículas de relleno (véase tabla 4) (83, 85).

Las resinas compuestas tradicionales tienen un tamaño relativamente grande de las partículas relleno y también son conocidas como resinas compuestas convencionales o de macrorrelleno (86). El relleno que se utiliza con más frecuencia en estos materiales es el sílice amorfo pulverizado y el cuarzo con un tamaño promedio entre 8 a 12  $\mu\text{m}$  (83). La principal desventaja clínica de estas resinas compuestas es la superficie rugosa que se produce como consecuencia del desgaste por abrasión de la matriz de resina blanda que deja al descubierto las partículas de relleno más resistentes al desgaste. Además, el pulido de estas restauraciones crea una superficie rugosa y tiende a la pigmentación (83-86, 89).

En un esfuerzo por mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las resinas tradicionales y conseguir una superficie pulida, se redujo el tamaño de las partículas inorgánicas en un rango de 0,5 a 3  $\mu\text{m}$  (83, 85, 86).

Estas resinas compuestas de partícula pequeña tienen una distribución muy amplia en los tamaños de sus partículas de relleno lo que facilita la gran carga de relleno (83). Con el aumento del contenido de partículas, hay una mejora en las propiedades. Por ejemplo, la resistencia a la tracción de las resinas de partícula pequeña es el doble que en las resinas de microrelleno y 1,5 veces mayor que en las tradicionales (83).

El uso de relleno de pequeño tamaño y alta densidad confiere una superficie muy suave parecida a las resinas de microrelleno. Estas propiedades hacen que tenga una mayor resistencia al desgaste y sufre un poco menos de contracción de polimerización (83, 84, 86, 89).

El concepto de resina compuesta de microrelleno alude a un relleno de partículas de sílice coloidal con un tamaño aproximado de 0,04 $\mu\text{m}$  (83). Con este tipo de material se supera la rugosidad de la superficie y la baja translucidez, pero por lo general, las resinas compuestas de microrelleno tienen propiedades físicas y mecánicas inferiores a las resinas compuestas tradicionales (véase tabla 5) (83, 84, 86, 89). Esto es debido a que el 40-80 % del volumen del material lo constituye la resina (83). La gran desproporción entre resina y relleno inorgánico da lugar a una mayor absorción de agua, a un mayor coeficiente de expansión térmica y a una disminución del módulo elástico (83). Además, hay una disminución de la resistencia a la tracción debido a la unión débil entre las partículas prepolimerizadas y la matriz de resina (83).

Sin embargo, las resinas compuestas de microrelleno presentan una resistencia al desgaste notable durante varios años, pero a largo plazo, si se colocan en zonas con gran desgaste, empiezan a romperse (83).

En principio, cualquier resina con dos o más tamaños de relleno se puede considerar como una resina compuesta híbrida (83-86, 89).

Tipo de resina compuesta	Tamaño de partícula	Uso clínico
<b>Tradicional (partícula grande)</b>	1-50 $\mu\text{m}$	Áreas de gran estrés mecánico
<b>Híbrido (partícula grande)</b>	1-20 $\mu\text{m}$ vidrio 0,04 $\mu\text{m}$ sílice	Zonas con estrés que requieren un buen pulido (clases I, II, III, IV)
<b>Híbrido (partícula mediana)</b>	0,1-10 $\mu\text{m}$ vidrio 0,04 $\mu\text{m}$ sílice	Sectores que soportan tensión y calidad del pulido (clases III y IV)
<b>Híbrido (partícula pequeña)</b>	0,1-2 $\mu\text{m}$ vidrio 0,04 $\mu\text{m}$ sílice	Área de estrés moderado que requiere pulido óptimo (clases III y IV)
<b>Híbrido condensable</b>	Híbrido de partícula pequeña o media, pero con una baja fracción de relleno	Situaciones que requieren una mejor condensabilidad (clases I y II)
<b>Híbrido fluido</b>	Híbrido de partícula media, pero con distribución más fina en el tamaño de las partículas.	Situaciones de necesidad de mayor fluidez o de difícil acceso (clase II)
<b>Microrrelleno homogéneo</b>	0,04 $\mu\text{m}$ sílice	Zonas de baja tensión y área subgingival que requieren mayor acabado y pulido
<b>Microrrelleno heterogéneo</b>	0,04 $\mu\text{m}$ sílice Partículas de resina prepolimerizadas que contienen sílice de 0,04 $\mu\text{m}$ de tamaño	Zonas de baja tensión y área subgingival donde es esencial la reducción de la contracción.

Tabla 4. Clasificación de las resinas compuestas e indicaciones (83).

Característica/Propiedad	Tradicional	Híbrido (partícula pequeña)	Híbrido (polivalente)	Microrrelleno	Híbrido fluido	Híbrido condensable
<b>Resistencia a la compresión (MPa)</b>	250-300	350-400	300-350	250-350	-	-
<b>Resistencia a la tracción (MPa)</b>	50-65	75-90	40-50	30-50	-	40-45
<b>Módulo elástico (GPa)</b>	8-15	15-20	11-15	3-6	4-8	3-13
<b>Coefficiente de expansión térmica (ppm/°C)</b>	25-35	19-26	30-40	50-60	-	-
<b>Absorción de agua (mg/cm<sup>2</sup>)</b>	0,5-0,7	0,5-0,6	0,5-0,7	1,4-1,7	-	-
<b>Dureza Knoop (KHN)</b>	55	50-60	50-60	25-35	-	-
<b>Contracción de polimerización (%vol.)</b>	-	2-3	2-3	2-3	3-5	2-3
<b>Radioopacidad (mm Al)</b>	2-3	2-3	2-4	0,5-2	1-4	2-3

Tabla 5. Propiedades generales de las resinas compuestas (83).

Las resinas compuestas del futuro que contienen fibras y/o rellenos de nanopartículas se pueden clasificar de la misma manera.

Esta categoría de resinas compuestas híbridas surgió en un esfuerzo por obtener superficies más lisas que las obtenidas por las resinas compuestas de partículas pequeñas sin perder las propiedades beneficiosas de estas últimas (83). Debido a la superficie lisa y su buena resistencia, estos compuestos tienen un amplio uso clínico (83, 84, 86, 89).

Por otro lado, la resina compuesta podría clasificarse en función de su consistencia. Esto significa que es posible modificar la cantidad de relleno en la formulación del material. Se distinguen, por tanto, los composites de viscosidad más baja, llamados habitualmente fluidos (84). Estas resinas compuestas fluidas están diseñados para ser dispensados desde jeringas o compules de diámetro muy fino, siendo el contenido de relleno más bajo si se compara con los convencionales (84). Éstos, al poseer más carga de relleno, estarán diseñados para proporcionar mayor resistencia a las restauraciones (84).

Existe una gran variedad de resinas compuestas en el mercado, no siendo posible definir unas propiedades exactas. Éstas van a estar directamente influenciadas por las características de los propios componentes (86). Clínicamente encierra gran complejidad, puesto que, será necesario disponer de diferentes tipos de presentaciones comerciales según el tipo de indicación que se precise (86).

#### 1.6.3.3. Adhesión a la estructura dental.

Cuando dos sustancias se ponen en contacto, las moléculas de una son atraídas por las moléculas de la otra. Esta fuerza se denomina adhesión cuando se atraen diferentes moléculas y cohesión cuando se atraen moléculas del mismo tipo (94). El material o película empleado para la adhesión se denomina adhesivo y el material al que se aplica es el adherente (94).

La adhesión en odontología se ha definido como el proceso de unión de dos materiales diferentes por medio de la solidificación de un adhesivo (95).

La humectación es un mecanismo fundamental del que dependerá el éxito del mecanismo de adhesión. Si el líquido no moja la superficie del adherente, no se producirá la adhesión entre el líquido y el adherente (94).

Un adhesivo no puede producir engranaje micromecánico a menos que el material contacte de manera íntima, se reparta por toda la superficie y llene las irregularidades microscópicas y submicroscópicas (95).

Al medir el ángulo de contacto entre el adhesivo y el adherente se puede determinar hasta qué punto un adhesivo humecta la superficie de un adherente (95). Si las moléculas del adhesivo son atraídas por las del adherente, el adhesivo líquido se extenderá completamente sobre la superficie del sólido, y no se formará ningún ángulo de contacto. De este modo, cuanto menor sea el ángulo de contacto entre el adhesivo y el adherente, más capacidad tendrá el adhesivo para fluir y cubrir las irregularidades de la superficie del adherente (94).

En cuanto al esmalte y la dentina, la adhesión micromecánica es el principal mecanismo de unión (95-97). En 1955 Michael Buonocore realizó el primer avance significativo en la adhesión. Grabó el esmalte mediante el uso de ácidos y colocó material acrílico de restauración sobre las microirregularidades creadas. El monómero de la resina acrílica mojaba la superficie grabada, se introducía en las rugosidades fruto del grabado y polimerizada in situ, daba lugar a unas prolongaciones de resina. El resultado obtenido consistía en un engranaje micromecánico basado en mecanismos de difusión y capilaridad (95-97).



Se han empleado un gran número de ácidos para lograr una microporosidad adecuada. De todos ellos, el agente de grabado de elección ha sido el ácido ortofosfórico a una concentración entre el 30% y el 40%, normalmente el 37%. Una vez que el diente ha sido grabado, el ácido se elimina con un chorro de agua durante 20 segundos y posteriormente el esmalte debe secarse con aire. Esta superficie debe mantenerse limpia y seca hasta que se coloque la resina que va a formar la unión mecánica estable (95-97). Este proceso implica que la resina se asiente en las rugosidades del grabado en el esmalte, mientras que en la dentina se produce un entrelazamiento de la resina dentro de la red de colágeno expuesta y privada de hidroxiapatita (95-97).

La dentina presenta mayores obstáculos a la adhesión que el esmalte, debido a que presenta un contenido orgánico (principalmente colágeno tipo I), es de naturaleza tubular y contiene líquido dentro de estos túbulos dentinarios (98). La densidad de estos varía con la profundidad de la dentina y, además el contenido de agua de la dentina es más bajo en dentina superficial y más alto en dentina profunda. Estos túbulos y sus ramificaciones pueden ser aprovechados para mejorar la retención mecánica (95, 98-101).

El estudio realizado por Nakabayashi y cols. (1982) reveló que las resinas hidrofílicas se mezclaban con las fibrillas de colágeno de la dentina desmineralizada creando una capa de infiltración o capa híbrida compuesta de dentina mezclada con resina (95).

La presencia del barrillo dentinario o "*smear layer*" originado durante la preparación de la cavidad al usar instrumentos rotatorios y que cubre la superficie a adherir supone un reto añadido (98). Dependiendo de la técnica de preparación, este barrillo dentinario varía significativamente en estructura y tamaño, convirtiéndose en una barrera física que reduce la permeabilidad de la dentina hasta en un 86% (95). Para superar este obstáculo, se requiere cierto grado de grabado ácido antes de la unión química a la superficie de la dentina (95, 98-101).

La primera opción sería una técnica de grabado total con ácido ortofosfórico y enjuague con agua o bien, en segundo lugar, usar adhesivos que puedan penetrar o modificar el barrillo dentinario realizando un autograbado (102).

El principal desafío de los adhesivos de autograbado es disolver el barrillo dentinario sin desmineralizar con demasiada profundidad, eliminando la hidroxiapatita que protege al colágeno y proporcionar calcio para la unión química (101, 102).

Se han desarrollado muchos sistemas y tipos de adhesivos para lograr una unión duradera a los tejidos dentales que superen las complicaciones

resultantes de la heterogeneidad de la estructura dental y su composición. La unión química se puede lograr agregando monómeros de resina específicos con afinidad por la hidroxiapatita (los más usados HEMA y bis-GMA), solventes orgánicos (agua, alcohol etílico, alcohol butílico o acetona), iniciadores e inhibidores, y algunas veces partículas de relleno (96).

#### 1.6.3.4. Nuevos composites bulk-fill para restauraciones en dientes posteriores.

Desde la Convención de Minamata en 2013, 128 países se han adherido a ella para reducir el uso de amalgama dental y es probable que la dependencia de la profesión dental en las restauraciones de resina compuesta aumente (103). La creciente demanda de restauraciones estéticas, de color natural y sin mercurio ha impulsado el uso de este material, siendo el material restaurador de elección (66, 103).

Los materiales restauradores de resina compuesta tienen una serie de ventajas sobre la amalgama dental, incluida una estética mejorada, permiten preparaciones conservadoras de la cavidad y se adhieren al diente con un sistema de unión compatible. Además los estudios respaldan cada vez más su longevidad como material restaurador (104).

Sin embargo, la colocación de restauraciones de resina compuesta en sectores posteriores no está exenta de limitaciones. Se requiere un aislamiento adecuado del diente y actualmente se recomienda una técnica de estratificación incremental que mejore la penetración de la luz permitiendo la polimerización completa del material y reduzca las tensiones generadas por la contracción de polimerización (83, 86). La técnica incremental oblicua o en “cuña”, ha sido ampliamente recomendada en la restauración directa de resina compuesta, ya que se espera que disminuya el factor C (la relación de la superficie adherida a la superficie libre no adherida), evitando la unión de cúspides opuestas, disipando así la tensión de contracción (83, 86).

Si esta técnica no se lleva a cabo de manera efectiva, las áreas de resina compuesta no curada o parcialmente curada pueden permanecer en la base o entre capas. Esto puede conducir a la reducción de la resistencia, evitar el sellado adecuado de la restauración o causar sensibilidad postoperatoria y fallo temprana de la restauración (66).

A pesar de reducir parcialmente los niveles de estrés dentro de la restauración, disminuyendo la deflexión cuspeída, existen algunos inconvenientes relacionados con la técnica, como por ejemplo la necesidad de mayor tiempo de sillón o la posible inclusión de huecos entre las capas (105).

Además de desarrollar técnicas de restauración que minimicen la contracción, se han realizado grandes esfuerzos durante años para crear

materiales restauradores con baja contracción debido a sus múltiples consecuencias como, por ejemplo: pérdida de la integridad y adaptación marginal, microfiltración, fracturas de la restauración, pérdida de la adhesión, tinciones marginales, caries secundarias, sensibilidad postoperatoria o dolor (105, 106).

Es ampliamente aceptado que las restauraciones de resina compuesta convencionales deben colocarse y fotopolimerizarse en incrementos de 2 mm para permitir una conversión adecuada (105).

Para simplificar y acelerar la colocación de grandes restauraciones de resina compuesta en dientes posteriores, los fabricantes han producido una gama de materiales que se pueden colocar en incrementos más grandes con profundidades de incremento mayores a los 3 mm (66, 107), reduciendo el tiempo necesario y la sensibilidad de la técnica. Estos materiales podrían resultar muy útiles con niños, pacientes ansiosos o pacientes con necesidades especiales que precisen un tratamiento lo más rápido y efectivo posible (66).

La última tendencia en esta tecnología son los composites de aplicación monolítica o de relleno masivo (Bulk-fill) que permiten capas de hasta 4 mm tanto en composites fluidos como en convencionales (66, 107). Los fabricantes han intentado aumentar la profundidad de curado mediante diferentes métodos como reducir la cantidad de relleno, aumentar el tamaño de la partícula de relleno, el uso de fotoiniciadores adicionales y ajustes en la translucidez (106, 108).

Reducir el contenido de relleno y aumentar el tamaño del relleno reduce la dispersión en la interfaz de relleno de resina y aumenta la cantidad de luz absorbida que puede activar el fotoiniciador. Por ejemplo, Tetric EvoCeram® Bulkfill aumenta la profundidad de curado mediante el uso de varios fotoiniciadores diferentes. Los fabricantes afirman que es la adición de un fotoiniciador altamente reactivo, llamado Ivocerin, que permite su polimerización en incrementos mayores en comparación con los fotoiniciadores estándar como la canforquinona o Lucirin (109).

Sin embargo, a pesar de estos cambios, la mayoría de estos materiales fotopolimerizables todavía se limitan a ser utilizados en incrementos de 4–5 mm con una intensidad de luz mínima (66).

Algunos fabricantes afirman que cuando la resina compuesta se coloca en un mayor espesor (3–4 mm) existen tensiones de polimerización más bajas si

se compara con las resinas compuestas convencionales aunque algunos estudios encuentran una contracción volumétrica similar (110).

Diversos autores defienden que estos nuevos materiales sufren menor contracción de polimerización (108, 111, 112) y menor deflexión cuspídea (113). Siendo incluso más rígidos (mayor módulo de elasticidad) y más plástico (mayor deformación plástica) (111).

Sin embargo, a pesar de que el relleno de la cavidad con mayores espesores sea un hecho muy deseado en la práctica clínica, la preocupación sobre el estrés de contracción de este material hace que se aplique con prudencia (114).

La cantidad de tensión generada por la contracción de la polimerización depende de más factores que las propiedades mecánicas de los compuestos de resina y las técnicas de relleno restaurador (114), como la intensidad de la luz de curado, el tiempo de fotopolimerización, las propiedades mecánicas de la estructura dental y la propia geometría y extensión de la cavidad (108, 115, 116).

Algunos autores recomiendan terminar la restauración de estos composites de aplicación monolítica con una última capa de resina compuesta convencional ya que defienden que el módulo de indentación y la dureza están por debajo de los valores medios de los composites nanohíbridos y microhíbridos (106, 117).

En cuanto a la estética, este tipo de composites pueden estar limitados en términos de tono y translucidez en comparación con los híbridos convencionales. De este modo, para pacientes en los que la estética final es un factor clave, se indica una capa final de resina compuesta híbrida convencional totalmente compatible con estos composites bulk-fill (66).

#### 1.6.3.5. Biocompatibilidad.

El aumento del uso de resinas dentales para la restauración ha provocado que se cuestione la seguridad biológica de estos materiales. La preocupación sobre la biocompatibilidad de las resinas compuestas se basa en la toxicidad química inherente a los materiales y a la filtración marginal de los fluidos orales (83).

Una agresión química es posible si los componentes se difunden desde el material alcanzando la pulpa de forma directa a través de los túbulos dentinarios. Las resinas compuestas con una polimerización adecuada

presentan una buena biocompatibilidad ya que hay poca filtración de sustancias que no han reaccionado (83).

Gracias a los esfuerzos de la industria, el porcentaje de monómeros sin reaccionar se ha reducido considerablemente pero el problema aún no se ha erradicado y no existe una conversión total durante la polimerización (118).

Desde un punto de vista inmunológico, y en condiciones excepcionales, algunos pacientes y personal dental pueden desarrollar una respuesta alérgica a estos materiales (83, 119). Está demostrada la alergenicidad del metilmetacrilato y el uso de guantes no es eficaz para prevenir el contacto, ya que la mayoría de los monómeros los atraviesan fácilmente. Las reacciones alérgicas son, principalmente, dermatitis de contacto (83).

Las resinas pueden provocar efectos tóxicos al liberar componentes no polimerizados en un medio biológico, aunque todavía no se conoce bien el efecto a largo plazo de los componentes que se van liberando en dosis bajas (83, 120).

En odontología, la mayor inquietud se centra en una sustancia química denominada bisfenol A (o BFA) (121), que es un elemento de partida sintético para todos los componentes de Bis-GMA empleados en la profesión (83). Además del Bis-GMA, los compuestos a base de resina pueden incluir el dimetacrilato de bisfenol A (Bis-DMA), el dimetacrilato de etilenglicol (EGDMA), el dimetacrilato de uretano (UDMA) y el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) (122). El temor es que la liberación de estas sustancias pueda alterar el desarrollo celular normal (123) si BFA produce efectos estrogénicos (121, 124).

Los estudios demuestran que la estrogénicidad de los compuestos de resina se asocian fundamentalmente con el BFA y el BFA dimetacrilato que son los monómeros que se encuentran en la composición de algunos selladores (83). Este tema es muy controvertido debido a que no está claro que cantidad de BFA se libera dentro de la cavidad oral, y cuál es la dosis que puede afectar a la salud humana (83).

En el estudio clínico de Olea y cols. (121), se demostró que se recogía BFA en la saliva una hora después de la colocación de sellador, por lo que los autores concluyeron que la aplicación de selladores puede producir una exposición xenoestrogénica, lo que condujo a una serie de estudios de seguimiento para confirmar la validez de estos resultados (124).

Otro estudio realizado por Kingman y cols. (122) evaluó las concentraciones de BFA y otros compuestos en la saliva y en la orina después de la colocación de resinas compuestas, encontrándose mayores concentraciones de BFA en saliva 1 hora después del tratamiento. Los autores observaron una disminución estadísticamente significativa en el BFA en la orina dentro de la primera hora posterior a su colocación, pero entre las 9 y 30 horas después de la colocación, la concentración de BFA en la orina aumentó en un 43% en comparación con los niveles de pretratamiento.

El uso del dique de goma no pareció reducir la existencia de estos compuestos ya que el aumento de la presencia de estas sustancias el día después de la colocación de la restauración, sugiere que la mayoría de la absorción y excreción tiene lugar después de completar el tratamiento (122).

Se deben realizar más investigaciones in vivo para mostrar la actividad química de estos compuestos y observar los efectos en el desarrollo humano. Actualmente, no existen estudios concluyentes que proporcionen pruebas sobre los efectos que causan los materiales dentales que contienen resina (124, 125).

#### 1.6.4. Materiales para restauración directa. Cementos de ionómero de vidrio (CIV).

##### 1.6.4.1. Definición. Composición clásica de los CIV y reacción de fraguado.

En los últimos años se ha avanzado mucho en la formulación y comprensión de los cementos de ionómero de vidrio (CIV). Muchas de las preguntas sobre la eficacia de las nuevas generaciones de ionómero de vidrio se abordan en diversos estudios (126-130) ya que es uno de los grupos de materiales odontológicos más importantes y, por tanto, sujeto a continuas revisiones, modificaciones e innovaciones (131, 132).

Los primeros ionómeros de vidrio nacieron a finales de los 60 y comenzó su desarrollo por parte de Alan Wilson y Brian Kent (133) a principios de los 70. El primer CIV fue producto de una reacción ácido-base entre un polvo de vidrio básico de fluoroaluminosilicato y el ácido policarboxílico en presencia de agua (133). Por lo tanto, el cemento de ionómero de vidrio se puede definir como un material a base de agua que se endurece después de una reacción ácido-base entre el polvo de vidrio de fluoroaluminosilicato y una solución acuosa de poliácido (126, 127, 131, 134, 135).

Progresivamente, las indicaciones de este material fueron extendiéndose y el tipo de aplicación dependerá de la consistencia del cemento, que oscila

desde viscosidad baja a muy alta según la distribución del tamaño de las partículas y la relación polvo-líquido (135). Este hecho, unido a la posibilidad de su uso en países en desarrollo donde los materiales deben ser mezclados en el mismo instante y pueden usarse con una instrumentación simple, hace de este material un interesante candidato para tener en cuenta en la práctica diaria (126).

El polvo del ionómero de vidrio es un vidrio de fluoraluminosilicato (sílice, alumina y fluoruro cálcico) soluble a los ácidos. Los materiales en bruto se funden y se convierten en vidrio homogéneo al calentarlos a una temperatura de 1100-1500 °C (126, 127, 131, 134, 135). También incorpora cantidades variables y pequeñas de estroncio, bario, lantano, plata, óxido de zinc, óxido de zirconio, etc. que confieren radioopacidad a estos materiales. El cristal se pulveriza en partículas de 15 a 50  $\mu\text{m}$  (126, 127, 131, 134, 135).

Otros componentes serían el fosfato de aluminio, fluoruro de aluminio o el fluoruro de sodio, siendo la cantidad de flúor aproximada en el peso final de un 20% (131).

Los componentes del líquido de los CIV son tres: los poliácidos, el agua y algún acelerador como el ácido tartárico (135). Los poliácidos son ácidos conocidos como polialquenoicos o policarboxílicos y fundamentalmente están integrados por homopolímeros o copolímeros de ácidos mono-, bi-, o tricarboxílicos insaturados. Los tres ácidos más importantes son: el acrílico, el maléico y el itacónico, (131) que aumentan la reactividad del líquido, disminuyen la viscosidad y reducen la tendencia de transformarse en gel (135).

Estos ácidos pueden presentarse como parte de una solución acuosa al 40-50% (135). El ácido tartárico, mejorará las características de manipulación ya que aumenta el tiempo de trabajo, pero acelera el endurecimiento a costa de disminuir el tiempo de fraguado (131, 134, 135).

Cuando se ponen en contacto el polvo y el líquido, el ácido graba la superficie de las partículas de vidrio, liberándose iones de calcio, aluminio, sodio y flúor al medio acuoso. Los iones se combinan con los grupos del ácido carboxílico del poliácido para formar la matriz de sales de poliácido, y la superficie del vidrio se transforma en un hidrogel de sílice (126, 134).

La capa superficial del polvo de vidrio reacciona con el ácido, mientras que el núcleo de vidrio permanece intacto. El núcleo de vidrio permanecerá como relleno en la matriz del cemento. La reactividad de la superficie del vidrio controlará la naturaleza del cemento fraguado. Posteriormente se formará una capa de gel de sílice en la interfaz entre la matriz de cemento y las partículas de vidrio (126). Las cadenas del ácido poliacrílico se entrecruzan debido a que los iones de calcio se reemplazan por aluminio a lo largo de las primeras 24 horas (135). En la fase de entrecruzamiento se produce la hidratación de estas

cadenas con la misma agua con la que se ha producido la mezcla inicial. Este proceso se denomina maduración (135).

Por tanto, el cemento fraguado consta de un aglomerado de partículas de polvo sin reaccionar, rodeadas de un gel de sílice que se mantienen unidas en una matriz amorfa de calcio hidratado y polisales de aluminio (131).

El agua juega un papel determinante en el fraguado. En los primeros momentos sirve como medio de reacción y después va hidratando poco a poco las interconexiones de la matriz, lo que da lugar a una estructura de gel más estable, que es más resistente y menos susceptible a la humedad (135).

#### 1.6.4.2. Clasificación de los CIV.

Los cementos de ionómero de vidrio son empleados actualmente para diferentes aplicaciones clínicas (126, 136). La formulación es distinta entre los diversos productos para poder cumplir con las características requeridas para un campo de aplicación específico (126).

En general, se podrían considerar dos grandes grupos: los CIV de fraguado químico o convencionales y los CIV reforzados con resinas fotopolimerizables (131).

##### 1.6.4.2.1. CIV de fraguado químico o convencionales.

Ionómeros de vidrio de alta viscosidad.

Estos ionómeros de vidrio de alta viscosidad fueron diseñados como una alternativa a las amalgamas de plata para restauraciones preventivas posteriores, siendo particularmente útiles para la técnica restauradora atraumática (137, 138).

Debido a sus características mecánicas y de manipulación, los ionómeros de alta viscosidad se han usado para restauraciones con poco estrés, obturaciones temporales, para reemplazar amalgamas y para reconstrucción de muñones (126).

Ionómeros de vidrio de baja viscosidad.

Este tipo de ionómeros de vidrio más fluidos se han desarrollado para bases cavitarias (128), materiales para sellado de fisuras (139), para sellado de áreas cervicales hipersensibles (128), como material endodóntico o para cementado, gracias a la facilidad en su manipulación, capacidad de unión al diente, liberación de fluoruro y baja solubilidad en el medio oral (126).

Aquellos diseñados como base cavitaria o para recubrimiento pulpar indirecto, se usan con la técnica de “sandwich”, en la cual se aplican como un



sustituto de la dentina y la resina compuesta se aplica para reemplazar el esmalte debido a sus propiedades físicas y estéticas superiores, combinándose las ventajas de ambos materiales (126).

Ionómeros de vidrio reforzado con metal.

Con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas, los ionómeros de vidrio se asociaron con metales como la plata. Este nuevo producto se conoce como "CERMETS", y se fusiona (mediante un proceso de sinterización) el polvo a partículas metálicas (131).

Debido a la mezcla de metales, estos materiales tienen peor estética, pero tienen una resistencia mejorada, son fáciles de manipular y son suficientemente radioopacos. Estas propiedades sumadas a su capacidad adhesiva los hacen apropiados para reconstrucción de muñones o también pueden funcionar como una restauración posterior temporal (126).

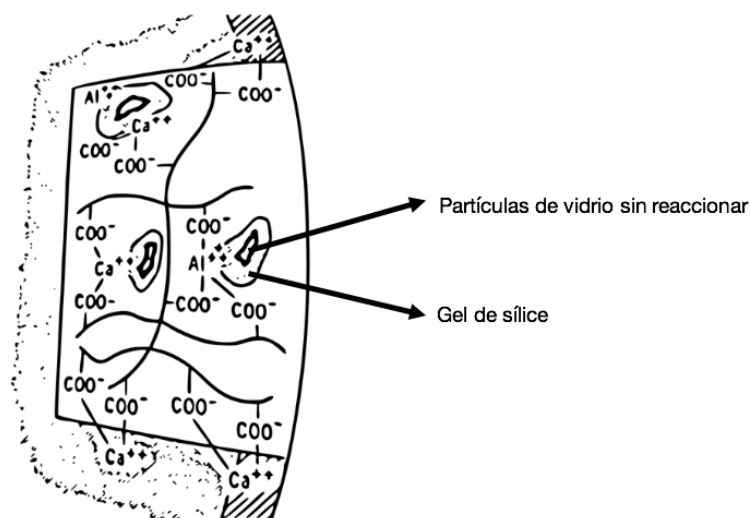


Figura 2. Representación de la estructura del CIV. Cuando el ácido ataca a las partículas de vidrio se libera  $\text{Al}^{3+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$  que forman polisales al unirse con los grupos  $\text{COO}^-$  del ácido poliacrílico y crean una estructura de entrecruzamiento. Los grupos carboxilo reaccionan con el calcio del esmalte y de la dentina (135, 140).

#### 1.6.4.2.2. CIV reforzados con resinas fotopolimerizables

Las mayores desventajas del ionómero de vidrio convencional en comparación con una resina compuesta son las propiedades mecánicas inferiores, a saber, la resistencia a la flexión, la resistencia a la tracción y la resistencia a la fractura. Es necesario mejorar estas propiedades para ampliar la gama de aplicaciones clínicas (69, 126, 141).

Este objetivo se logró mediante la incorporación de monómeros de resina solubles en agua como el hidroxietil metacrilato (HEMA) en una solución acuosa de ácido poliacrílico. De esta manera, el sistema experimenta la polimerización del monómero de resina mientras la reacción ácido-base continúa simultáneamente (69, 126, 135). A este tipo de CIV reforzados con resinas también se les conoce como ionómeros híbridos (135).

La modificación con resina fue diseñada para desarrollar mejores propiedades físicas y estéticas (mejora en la translucidez) siendo similares a las de los composites, al tiempo que se conservan las características básicas de los cementos de ionómero de vidrio convencionales (69, 126).

Dependiendo de la formulación y de la proporción polvo/líquido del fabricante, las aplicaciones clínicas de los CIV modificados con resina pueden ser recubrimientos o bases cavitarias, selladores de surcos y fisuras, reconstrucción de muñones, material restaurador, adhesivo para brackets de ortodoncia y cemento dental (135).

Otra forma de clasificar los CIV podría ser aquella que los divide en función de su aplicación (142):

- Tipo I: ionómeros para cementado.
- Tipo II: ionómeros restauradores.
  - o Tipo II.1: ionómeros restauradores estéticos.
  - o Tipo II.2: ionómeros reforzados restauradores.
- Tipo III: recubrimientos o bases cavitarias.

La química es esencialmente la misma para las tres categorías, pero hay variaciones en la relación polvo / líquido y el tamaño de partícula de polvo para acomodarse la función deseada (142).

### 1.6.4.3. Propiedades de los CIV.

#### 1.6.4.3.1. Propiedades químicas y biológicas.

El ionómero de vidrio es un material dental bien estudiado debido a sus características únicas y ventajosas como sería la adhesión a la estructura dental, sus propiedades anticariogénicas por la liberación de fluoruro, compatibilidad térmica debido a los bajos coeficientes de expansión térmica similares a los de estructura dental, biocompatibilidad y baja citotoxicidad (141).

La fuente de iones fluoruro de los cementos de ionómero de vidrio son el fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ ), el fluoruro de estroncio ( $\text{SrF}_2$ ), el fluoruro de lantano ( $\text{LaF}_2$ ), el hexafluoroaluminato de sodio ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), la introducción de trifluoruro de aluminio ( $\text{AlF}_3$ ) de los vidrios de baja temperatura utilizados para formular los componentes en polvo (134, 143).

De la cantidad total de fluoruro en el cemento fraguado, solo una pequeña fracción está disponible para su liberación, no estando relacionado con el contenido total de fluoruro del cemento (143).

Esta liberación de flúor protege a los tejidos duros del diente, fundamentalmente al esmalte, tanto de su desmineralización como de la acción de los gérmenes de la placa adyacente (131). Las propiedades anticariogénicas (cariostáticas) del flúor no se limitan a evitar la desmineralización, sino que también producen la remineralización de los tejidos dentarios (131). Debido a ello, se ha centrado cada vez más la atención en el desarrollo de distintos productos que liberen fluoruro, para ser utilizados como materiales restauradores, bases cavitarias, selladores y cementos de ortodoncia (69).

Esta liberación del fluoruro es más importante en las primeras 24 horas (144-146). Después de esta fase inicial, la liberación de fluoruro se ralentiza y es seguida por una liberación prolongada en el tiempo (147, 148) que podría producirse incluso hasta cerca de los dos o tres años (149). El patrón y la velocidad de liberación son diferentes entre los diversos materiales (148).

Se ha visto que la cantidad de flúor liberada aumenta en casos de acidificación adyacente, lo que potencia el efecto protector frente a la caries (69, 150, 151).

Estos materiales también son capaces de absorber iones. Además, en la saliva natural, estos cementos difunden iones de calcio y fosfato, fortaleciendo la estructura dental (152).

La acción cariostática asociada con los materiales liberadores de flúor generalmente se atribuye a una liberación sostenida de éste. Debido al hecho de que los niveles de flúor disminuyen con el tiempo, se ha sugerido que la

"recarga" de los ionómeros restauradores mantenga un nivel continuo y adecuado de liberación de flúor (146).

La capacidad de un material restaurador para actuar como depósito de flúor depende principalmente del tipo y la permeabilidad del material de relleno, de la frecuencia de exposición al flúor y del tipo y concentración del agente fluorizante (69, 153).

La exposición diaria a dentífricos fluorados ha demostrado una alta capacidad de recarga para los ionómeros de vidrio (154). En general, la refluorización parece ser más efectiva al aumentar la concentración del agente y la frecuencia de aplicación (69, 153, 155).

La liberación de flúor se evidencia alta cuando se recarga con productos de régimen profesional en comparación con el régimen domiciliario (pasta de dientes o colutorios) (156). El ionómero de vidrio convencional parece tener una mayor capacidad de recarga, seguido por el ionómero de vidrio reforzado con resina (156).

A pesar de los efectos cariostáticos logrados por un aumento del contenido de flúor en la saliva, la placa y los tejidos duros dentales, los estudios clínicos muestran datos contradictorios sobre si estos materiales previenen o inhiben suficientemente la caries secundaria en comparación con los restauradores no fluorados. Por lo tanto, se necesitan más estudios clínicos, para evaluar el impacto real y la progresión de la caries secundaria, especialmente en grupos de pacientes que tienen un acceso limitado o un bajo cumplimiento de las medidas profilácticas (69).

#### 1.6.4.3.2. Propiedades físicas.

Las propiedades mecánicas de los CIV, tales como la resistencia a la compresión, a la tracción y la dureza son algo menores que las de la amalgama de plata y las resinas compuestas, lo que limitaría sus aplicaciones clínicas (131). Además, en las primeras etapas de fraguado, el material es sensible a la humedad y a la desecación (157). Para abordar estas deficiencias, se ha estudiado como mejorar las propiedades mecánicas de los CIV sin comprometer su manipulación ni sus propiedades biológicas.

Para tener éxito clínico, los materiales de restauración directa, especialmente aquellos materiales dedicados al sector posterior, deben ser resistentes al desgaste (158). Fue la poca resistencia a la abrasión o desgaste lo que llevó a la incorporación de otras sustancias a la composición clásica de los CIV (resinas y metales) con el fin de aumentar sus valores y poder expandir sus aplicaciones. Los CIV reforzados ofrecen una mayor resistencia al desgaste, a la compresión y tracción si se comparan con los no reforzados (131).

Concretamente, los CIV reforzados con resina muestran mejores propiedades que los convencionales con una mejor resistencia a la compresión y a la tracción (141). Por otro lado, al añadir otras sustancias de refuerzo, se encontraron otros inconvenientes, incluida la posible toxicidad del material incorporado y la decoloración del cemento en los reforzados con metal (157).

Aunque la pérdida de estructura que muestran las restauraciones en el área oclusal es causada por diferentes mecanismos de desgaste, se cree que el desgaste oclusal es de naturaleza triple. Tres mecanismos de desgaste entran en juego simultáneamente e interactúan entre sí en el medio oral (158, 159). El primero de ellos, el fenómeno de atricción es resultado del contacto directo entre superficies oclusales durante la masticación (158, 159). A ésta se sumará un desgaste resultante de la actividad abrasiva de las partículas sólidas del bolo alimenticio cuando se presiona y se comparte a través de las superficies oclusales de los dientes posteriores o bien debido a la fricción durante el cepillado junto con la pasta dental (158, 159). Finalmente habrá que tener en cuenta el desgaste de naturaleza corrosiva, donde factores químicos como los ácidos suavizan o degradan la superficie de las restauraciones (158, 159).

Algunos estudios defienden que la resistencia limitada al desgaste del ionómero de vidrio en las superficies de masticación se debe a una resistencia insuficiente directamente después de la colocación (160), mejorando a medida que el material madura (161-163).

La sensibilidad a la humedad durante la primera etapa de la reacción de fraguado da como resultado una susceptibilidad a la fractura ya que conduce a la formación de grietas (164) junto con una mayor predisposición al desgaste inicial (164, 165). Es solo después de que los cementos han tenido tiempo de acumular un mayor grado de resistencia, cuando alcanza un nivel aceptable (160). Este aumento de las propiedades mecánicas puede llevar semanas o incluso meses (159).

Otro factor que puede influir en la resistencia al desgaste es la sensibilidad a los ácidos. Es probable que esto sea un problema en aquellas áreas donde las fuerzas mecánicas y los ácidos están actuando al mismo tiempo, como en las superficies oclusales durante la masticación o directamente después del consumo de bebidas ácidas (158, 159).

Los ácidos atacan directamente la superficie de los ionómeros de vidrio causando la disolución del cemento y lo que ocurra dependerá del grado de acidez, siendo su influencia notable a un pH de 5 (158).

Por otro lado, las propiedades mecánicas de CIV están estrechamente relacionadas con su microestructura. Factores que pueden jugar un papel importante en la resistencia final al desgaste, son: la naturaleza de la matriz, la composición química, adhesión (o integridad) en la interfaz entre las partículas de vidrio y la matriz polimérica, la distribución de las porosidades y el tamaño de las partículas de vidrio. Este último sería el factor clave que determine el desgaste final (141, 160).

La cantidad de relleno y la composición pueden tener una influencia significativa en las propiedades mecánicas. Para el mismo tipo de material, las propiedades mecánicas generalmente aumentan con el aumento de la carga de relleno (166).

El tipo de mezcla también es una preocupación importante, ya que cualquier método aplicado está relacionado con el atrapamiento de aire en la estructura del cemento durante la mezcla. La cantidad y el tamaño de la porosidad intrínseca tienen una influencia significativa en las propiedades mecánicas finales de los CIV (141, 167).

También hay que tener en cuenta que, dentro de los parámetros de formulación de los CIV, se ha visto que a una mayor proporción polvo-líquido, mayor es la resistencia al desgaste tanto en abrasión como en atricción (168) y mejor es su resistencia a la compresión (141).

En la práctica diaria es difícil garantizar una mezcla manual correcta y, por lo tanto, para evitar errores, se proporcionan cápsulas predosificadas que son mezcladas automáticamente con ayuda de un vibrador, asegurando un fácil manejo, una relación polvo/líquido estandarizada y una consistencia homogénea de la pasta de cemento. Algunos autores defienden que los ionómeros de vidrio encapsulados tienen valores significativamente más altos en sus propiedades mecánicas que los ionómeros de vidrio mezclados a mano (72).

Remarcar una reciente incorporación al concepto restaurador con ionómeros de vidrio que consiste en el uso de un CIV de alta viscosidad combinado con una capa protectora de resina de nanorrelleno fotopolimerizable en forma de barniz líquido de baja viscosidad (169). El nanorrelleno de este recubrimiento ofrece cierta protección contra el desgaste, importante sobre todo en los primeros meses hasta que el ionómero de vidrio está completamente maduro y es capaz de soportar el estrés intraoral. Además, contribuye a una mayor resistencia a las fuerzas masticatorias (169), aumenta las propiedades estéticas, mejora el sellado marginal y evita el intercambio de agua con el medio oral (169-171).

Por último, añadir que la odontología restauradora moderna todavía se enfrenta al problema de la formación de “gaps” marginales. La tecnología adhesiva, (unión química directa y / o la adhesión micromecánica a la estructura del diente) no termina de resolver el problema del desajuste marginal y la consiguiente microfiltración. El fenómeno de la microfiltración puede ocasionar problemas graves, como sensibilidad postoperatoria, penetración de bacterias, lo que causa caries secundaria, reacción inflamatoria de la pulpa, decoloración de los dientes y eventualmente pérdida de la restauración (172).

Según la literatura, la microfiltración puede estar relacionada con los cambios dimensionales; siendo éstos, por tanto, un factor importante para la longevidad de la restauración (172).

Se ha demostrado que los distintos tipos de ionómeros de vidrio sufren cambios dimensionales, siendo el fenómeno de contracción bastante considerable (173).

En el caso de los ionómeros de vidrio modificados con resina, la contracción ocurre tanto para la reacción de polimerización de los monómeros como para la reacción ácido-base, dependiendo del momento de activación de la luz (159). Los resultados de algunos estudios muestran que los cambios dimensionales durante el fraguado dependen del tipo de material, los ionómeros de vidrio convencionales muestran menor grado de contracción que los ionómeros de vidrio reforzados con resina (173).

En el caso de estudios que evalúan la contracción de polimerización de materiales restauradores basados en resina compuesta, defienden que el ionómero de vidrio modificado con resina presenta valores más altos de contracción si se compara con la resina compuesta convencional (174).

En general, se supone que el estrés por contracción puede ser total o parcialmente contrarrestado por la expansión higroscópica como resultado de la sorción de agua (175).

Los CIV son enormemente sensibles a la hidratación y deshidratación durante su fraguado, sobretodo en la primera fase. En los primeros momentos del fraguado hay una gran capacidad de absorción de agua. Posteriormente, durante la formación de complejos con los iones aluminio, disminuye esta capacidad, siendo más intensa la posibilidad de la pérdida de agua. Estas alteraciones del equilibrio hídrico afectan de inmediato las características y propiedades del material. Por todo ello se ha de extremar el manejo de los CIV, fundamentalmente en esta primera fase, de tal forma que se evite la contaminación hídrica (saliva, etc) o la desecación excesiva al secar la cavidad (131).

La expansión higroscópica se opondría activamente al estrés por contracción tan pronto como comienza la fase de acabado debido a la incorporación de

agua. En el caso de los ionómeros de vidrio modificados con resina, la expansión higroscópica también ocurre después de la exposición al agua (159).

Cabe añadir que las restauraciones a base de resina generan tensiones de contracción durante la polimerización, lo que provoca flexión cuspídea en los dientes restaurados (176). La flexión de la cúspide indica tensiones residuales en el conjunto restauración-diente y ocurre cuando una restauración se contrae mientras se une a las paredes de la cavidad. La cantidad de deformación dental depende, en parte, del tamaño de las preparaciones (176).

En el estudio realizado por Hankins (176), los dientes restaurados con ionómero de vidrio que recibieron un recubrimiento con una capa autoadhesiva de nanorrelleno fotopolimerizable en forma de barniz líquido de baja viscosidad o "coat", mostraron una deflexión cuspídea significativamente mayor, lo que sugiere una mayor contracción. Este hallazgo puede ser contradictorio, porque la aplicación de resina protectora o barniz sobre la superficie del ionómero de vidrio evita la pérdida de agua. Como resultado, las restauraciones sin recubrimiento absorbieron agua y se rehidrataron parcialmente durante un corto período de tiempo, mientras que el material de recubrimiento evitó la absorción de agua. Esto puede dar lugar a que las restauraciones recubiertas estén más secas y, por lo tanto, exhiban una mayor contracción, lo que lleva a una mayor deflexión. El revestimiento a base de resina nanofillizada se desarrolló para mejorar la resistencia al desgaste y para proteger al ionómero de vidrio en sus primeras etapas para que pudiera madurar y evitar la pérdida de agua, pero al mismo tiempo reduce la absorción de agua cuando la rehidratación pudiera ser beneficiosa para compensar los efectos de la contracción (176).

#### 1.6.4.4. Mecanismo de adhesión a la estructura dental.

Todos los CIV se adhieren al esmalte y dentina (142). La adhesión se efectúa al reaccionar los grupos carboxilo de los ácidos policarboxílicos con el calcio de la estructura dental (177, 178).

Existen diferentes teorías que tratan de explicar el mecanismo de unión, pero lo que sí parece cierto es que para que la adhesión sea efectiva es necesario que exista un contacto íntimo entre la superficie del material y el tejido dentario, que la unión es más importante en esmalte que en dentina, y que se hace a expensas de la hidroxiapatita (131).

La atracción inicial entre el diente tallado y el cemento recién colocado se debe principalmente a la atracción de tipo polar (127), predominando los enlaces de hidrógeno débiles. En esta etapa, la acidez del cemento le permite actuar como un agente autograbante en la capa de barrillo dentinario (179). Los



iones de hidrógeno son rápidamente amortiguados por los iones de fosfato de los cristales de hidroxiapatita, pero la exposición generalizada de colágeno es limitada debido a la debilidad de los ácidos involucrados (179).

Los ionómeros de vidrio convencionales se unen al diente incluso con la presencia de una capa de barrillo dentinario, pero se defiende que los materiales acondicionadores de superficie mejoran la resistencia de dicha unión (180).

El uso de grabadores ácidos con cementos de ionómero de vidrio se ha recomendado durante muchos años (135). Como la adhesión al tejido dental está mediada principalmente por el componente mineral, el uso de ácidos fuertes provoca la exposición de una red de colágeno en la dentina y un potencial de unión reducido (179).

El ácido poliacrílico tiene un efecto menor en la dentina, eliminando la capa de barrillo dentinario y los contaminantes de la superficie sin abrir demasiado los túbulos dentinarios (179). Éste se ha convertido en el grabador de elección de los ionómeros de vidrio convencionales (180, 181).

De este modo, la filosofía no consiste tanto en la eliminación del barrillo dentinario, sino en desmineralizar ligeramente la superficie de la dentina y aumentar la cantidad de iones reactivos procedentes de la misma (131).

La mayoría de los autores lo recomiendan a una concentración del 30-35% y unos 10 segundos de aplicación, no debiéndose eliminar con un lavado con agua, pues entra a formar parte del fraguado y estructura del CIV (131).

Además, existen dos ventajas en el uso de ácido poliacrílico para grabar la dentina. El primero es que dicho ácido es el mismo que encontramos en la propia composición del cemento y cualquier residuo que se haya dejado no interfiere con la reacción de fraguado (179). En segundo lugar, mejora la humectabilidad de la superficie del diente a un cemento que contiene agua y preactiva los iones de calcio y fosfato en la dentina, haciéndolos más aptos para el intercambio iónico con el cemento (179).

Como materiales ácidos, los acondicionadores también pueden producir microporosidad en la superficie del esmalte que podría contribuir a aumentar la superficie para la unión química o la unión micromecánica a través de la penetración del polímero. En el caso de la dentina, el mecanismo de enlace se debe, al menos en parte, a la difusión del polímero en ella y en los túbulos desmineralizados, formando enlaces micromecánicos (180).

Algunos investigadores (182) afirman que la decisión clínica de utilizar un acondicionador debe basarse en las características histológicas de la dentina remanente después de la preparación de la cavidad (por ejemplo, dentina sana o afectada por caries).

Sin tratamiento previo, el ionómero de vidrio convencional debe penetrar la capa de barrillo dentinario mediante un proceso de autograbado. El grado en que esto ocurra influirá en la fuerza de unión y el modo de fractura (180).

Finalmente, hay que destacar que la fuerza de unión máxima alcanzable para los cementos de ionómero de vidrio solo se consigue después de que el material pase su proceso completo de maduración (179).

#### 1.6.4.5. CIV restauradores.

Un material restaurador para dientes permanentes tiene diversos requisitos. Además de la biocompatibilidad favorable, la capacidad de sellado y las buenas propiedades estéticas, uno de los requisitos principales es la capacidad de soportar la carga funcional en la cavidad oral (183). Esta propiedad determinará en gran medida el rendimiento de éste.

El material considerado universal para restaurar con éxito el sector posterior debido a su facilidad de colocación, su resistencia intrínseca y la longevidad de la restauración final, ha sido la amalgama de plata, tratándose como el “gold standard” contra el cual se miden todos los materiales nuevos para obtener resultados tales como la efectividad y durabilidad de la restauración (184-186).

El uso de los CIV en dientes posteriores ha sido tradicionalmente limitado por sus propiedades físicas (187-189). Sin embargo, la necesidad de un material del color del diente con un manejo relativamente sencillo impulsó el desarrollo de los CIV de alta viscosidad. Las principales razones fueron la necesidad de encontrar un material que reemplazara la amalgama de plata, así como la necesidad de usar un material con la técnica que se conoce como ART (del inglés atraumatic restorative treatment) en áreas geográficas donde no hay acceso a instrumental rotatorio, como sería en países en vías de desarrollo (190). El tratamiento restaurador atraumático (ART) es un procedimiento mínimamente invasivo que consiste en eliminar el esmalte careado y la dentina blanda utilizando solo instrumentos manuales para posteriormente restaurar la cavidad resultante con un material restaurador adhesivo (137).

Aunque fue desarrollado para su uso en las partes menos industrializadas del mundo, esta técnica ha sido aceptada como parte de la filosofía de intervención mínima en los países desarrollados (52).

En la actualidad, el material restaurador elegido para ART es el cemento de ionómero de vidrio de alta viscosidad (191) ya que es ideal para manejar la caries dental de acuerdo con los principios de la odontología mínimamente invasiva, debido a que puede aplicarse en las etapas más tempranas del desarrollo de la caries o en cavidades más grandes. Además, simplifica el proceso de

restauración y permite que el complejo dentina-pulpa reaccione contra el proceso carioso (52).

Otro de los potenciales de esta técnica es que causa menos molestias al paciente al ser menos invasivo que el enfoque tradicional. De esta manera, resulta muy útil en el tratamiento en pacientes más complejos, niños o pacientes con necesidades especiales (42, 71).

El enfoque de esta técnica en pacientes con diversidad funcional no solo mejora la experiencia en el tratamiento dental, sino también reduce potencialmente los costos de salud y la morbilidad del paciente al reducir las derivaciones a anestesia general y sedación, mejorando así el acceso a la atención médica oral para esta población (192).

Cabe remarcar que, si comparamos las preparaciones cavitarias confeccionadas para las resinas compuestas con las de ionómero de vidrio, en éstas los márgenes no deben biselarse, ya que esto dejaría una capa delgada de material que puede fracturarse durante la función (183).

Como se ha visto anteriormente, el ionómero de vidrio se adhiere al esmalte y dentina principalmente a través de enlaces con el calcio de la estructura dental (178). Esta adherencia proporciona un sellado adaptativo y, a medida que el material libera lentamente iones de fluoruro en los tejidos dentales adyacentes, los CIV son capaces de detener o retrasar la progresión de las lesiones cariosas (193).

Frencken y cols. (130), publicaron un metanálisis que comparaba la tasa de éxito de ART y las restauraciones de amalgama y no encontraron diferencias en los resultados de supervivencia entre ambos tipos de restauración en los primeros 3 años.

Esta postura es compartida por diversos autores (184, 194), los cuales defienden que, en comparación con las obturaciones convencionales de amalgama de plata del mismo tamaño, tipo de dentición y período de seguimiento, las restauraciones de ART con CIV de alta viscosidad parecen ser igualmente exitosas en cuanto a tasas de supervivencia.

Aunque la mayoría de los investigadores han utilizado un ionómero de vidrio de autocurado de alta viscosidad para restaurar las cavidades tratadas a mano, el ionómero de vidrio modificado con resina también se ha utilizado para este propósito mostrando buen rendimiento y altas tasas de éxito (195, 196).

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina fue desarrollado para superar algunos de los problemas de los CIV convencionales, como la sensibilidad a la humedad

y bajas propiedades mecánicas durante las primeras 24 horas después de la colocación. Los ionómeros de vidrio modificados con resina son cementos de ionómero de vidrio que contienen un monómero de resina, comúnmente 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA). Por lo tanto, las reacciones de fraguado fundamentales se componen de una reacción ácido-base, así como la polimerización por radicales libres (autocurado y / o fotocurado) de la resina (132, 190).

Además, a las propiedades comunes, se añade la derivada del rápido endurecimiento por luz halógena, que conduce a una protección casi inmediata del cemento durante esta crítica etapa del fraguado. La resistencia a la compresión y a la tensión diametral es mayor. Así mismo, aumenta la resistencia a la fractura, erosión y agrietamiento de la superficie (131).

Por otro lado, la compatibilidad con otros materiales de obturación mejora sobre todo cuando se utilizan junto con las resinas compuestas ya que comparten componentes y una forma de polimerización (131).

Cabe añadir que la biocompatibilidad, adhesión a tejidos dentarios y liberación de flúor no se afecta por la incorporación de la resina (131).

Actualmente, las nuevas generaciones de CIV modificados con resina, garantizan mejores resultados estéticos y propiedades mecánicas más altas y mejoradas gracias a las partículas de vidrio más pequeñas en su composición que aumentan la viscosidad del material. Éste, colocado en bloque en la cavidad y combinado con un barniz de resina nanofillizado aplicado sobre el ionómero tras el acabado, aumenta la resistencia a la abrasión, mejora la integridad marginal y la estética final (169-171).

Además, el coeficiente de expansión térmica es cercano al de la dentina, reduciendo así el microespacio entre el diente y la restauración, que disminuirá el riesgo de caries secundaria, a lo que se suma la liberación de fluoruro propia del ionómero de vidrio (131).

De este modo, las nuevas familias de ionómero de vidrio restauradores pueden constituir una buena alternativa a las restauraciones de resina compuesta (197).

Hoy en día se han convertido en materiales muy estudiados y populares en la odontología conservadora. Poseen gran valor y utilidad para el tratamiento de pacientes cuya tolerancia al tratamiento dental y la capacidad de cooperar son limitadas, ofreciéndole al odontólogo una nueva herramienta sencilla y eficaz que permita brindar a estos pacientes una posibilidad de restaurar sus dientes (60, 198). Si bien la promoción de la salud oral a través de la prevención sigue siendo la piedra angular, este nuevo enfoque nos permitirá abrir un abanico lleno de nuevas posibilidades (71).

#### 1.6.4.6. Biocompatibilidad.

Se define biocompatibilidad como aquella capacidad de un material de provocar una respuesta biológica adecuada en una aplicación determinada en el cuerpo (199).

Todos los cementos de ionómero de vidrio actuales se consideran materiales biocompatibles, a pesar de encontrar en la literatura autores con trabajos de investigación dispares. El general, los estudios de biocompatibilidad demuestran que en los cultivos celulares aparece una débil reacción, incluso menor que la del óxido de zinc eugenol y policarboxilato (131).

En la composición original del ionómero de vidrio, el polvo se basaba en una formulación de dióxido de silicio, óxido de aluminio, fluoruro de calcio, fosfato de aluminio y hexafluoroaluminato de sodio. Esto da lugar a la liberación de Na, Al, Si, P y F en condiciones neutras, y también liberan Ca en condiciones ácidas. A parte del aluminio, estos iones son aceptables en el cuerpo y útiles para una variedad de procesos fisiológicos, algunos de los cuales están asociados con la remineralización de la superficie del diente. El aluminio es más preocupante ya que tiene el potencial de ser tóxico. Sin embargo, las cantidades totales de aluminio liberadas de los cementos de ionómero de vidrio son bajas. No se han reconocido efectos adversos de estos materiales (200) y generalmente se consideran altamente biocompatibles cuando se usan en odontología clínica (201-203).

Por otro lado, algunos ionómeros de vidrio utilizan un copolímero de ácido acrílico para controlar la viscosidad del ácido poliacrílico, no siendo alguno de estos ácidos totalmente biocompatibles. Además, las partículas de metal agregadas a los cementos de ionómero de vidrio reforzados que mejoran significativamente la resistencia a la abrasión, añade otro parámetro a la citotoxicidad de los ionómeros de vidrio (203).

En cuanto a los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina hay que destacar que son materiales útiles para la reparación de dientes afectados por caries dental, pudiéndose formular para uso como bases cavitarias o bien como materiales completamente restauradores (201).

La biocompatibilidad de los ionómeros de vidrio modificados con resina se ha considerado en términos de su citotoxicidad hacia las células de la pulpa (200). El monómero HEMA (hidroxietilmetacrilato), que es un componente esencial de los ionómeros de vidrio modificados con resina, se libera de estos materiales en todas las condiciones de curado y tiene una variedad de efectos biológicos adversos. Por tanto, la biocompatibilidad de los ionómeros de vidrio

modificados con resina en odontología es mucho menor que la de los ionómeros de vidrio convencionales y la inclusión del monómero HEMA es responsable de esta falta de biocompatibilidad (201).

Incluso cuando se polimerizan adecuadamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante, pueden liberar el monómero HEMA (201). La liberación de HEMA ocurre principalmente en las primeras 24 horas después de la polimerización y este elemento puede difundirse fácilmente a través de la dentina hasta la pulpa, y una vez aquí, puede conducir a una variedad de efectos que incluyen citotoxicidad, inducción de apoptosis e inflamación persistente (201, 204).

El grado de fotopolimerización es un factor importante para controlar la liberación de HEMA (205).

Para el personal dental (dentistas y auxiliares), existen problemas potenciales de exposición a largo plazo al HEMA, una sustancia que se ha demostrado que es capaz de producir sensibilización en un individuo a partir de un solo contacto, y en concentraciones muy bajas. Además, puede penetrar a través de guantes de látex (206), y una vez atravesado puede causar dermatitis de contacto de diversos grados de severidad. Es volátil y su vapor se puede inhalar fácilmente, lo que provoca reacciones adversas en el sistema respiratorio (201, 204).

Por lo tanto, tres grupos de componentes de los cementos de ionómero de vidrio pueden inducir reacciones adversas: el ionómero de vidrio en sí, metales que se agregan al cemento y componentes de la resina no polimerizada. Cada uno de estos componentes presenta sus propios problemas y puede contribuir a diferentes reacciones adversas (203).

## **JUSTIFICACIÓN**





Los argumentos que defienden realizar estudios clínicos sobre materiales dentales y / o procedimientos operativos son diversos.

La primera premisa sería evaluar si un material y / o una técnica de procedimiento son adecuados intraoralmente para la indicación para la cual fueron desarrollados. Será imprescindible pues, que dicho material sea biocompatible.

Si esta condición se cumple, se pasará a valorar si se restaura eficaz y estéticamente la función del diente, protegiendo la pulpa y sin causar efectos secundarios en tejidos periodontales y tejidos blandos circundantes (207).

Finalmente se deberá evaluar si un material dental o un procedimiento clínico nuevo o modificado tiene un manejo sencillo y rápido haciéndolo apto para el uso por la mayoría de los profesionales que realizarán el servicio, principalmente odontólogos o trabajadores de la salud específicamente capacitados (207).

Como materiales restauradores directos, definitivos, tradicionales y normalizados en la práctica clínica, se han empleado a lo largo de los años la amalgama de plata y la resina compuesta, reservando el ionómero de vidrio para restauraciones provisionales.

La amalgama de plata ha sido fiel aliada de los odontólogos especialistas en el manejo y tratamiento de pacientes con necesidades especiales cuando las condiciones de trabajo no resultaban ideales y poco aptas para la colocación con éxito de una resina compuesta.

Tras la inminente retirada en España de la amalgama de plata, el presente estudio nace para tratar de dar respuesta a la cuestión de si el ionómero de vidrio podrá ser considerado como una alternativa eficaz para la restauración directa en pacientes con necesidades especiales.

Se recomienda para ello que el estudio sea de carácter longitudinal, diseñado como ensayo clínico controlado, aleatorizado y se realice en una Universidad o en instituciones clínicas especializadas (207).



## **HIPÓTESIS DE TRABAJO**



Hipótesis nula.

Tras 12 meses de servicio, las restauraciones oclusales de ionómero de vidrio en molares permanentes de pacientes con necesidades especiales tienen un éxito inferior en comparación con la amalgama de plata y la resina compuesta en relación con su durabilidad. La forma anatómica es inadecuada, la adaptación marginal es insuficiente para el periodo de seguimiento con una estabilidad de color pobre, mayor tinción, alta probabilidad de aparición de lesiones de caries secundarias, mayor riesgo de fractura y pérdida de la retención de la restauración.

Hipótesis alternativas.

Hipótesis 1: el ionómero de vidrio se mantiene exitosamente en boca durante 12 meses como parte del tratamiento restaurador de caries oclusales en molares permanentes de pacientes con necesidades especiales de la misma manera que lo hará una resina compuesta o una amalgama de plata.

Hipótesis 2: el ionómero de vidrio mantiene una forma anatómica adecuada tras 12 meses de servicio en el área oclusal de molares permanentes en pacientes con necesidades especiales.

Hipótesis 3: la adaptación marginal del ionómero de vidrio a los 12 meses desde su colocación en cavidades oclusales de molares permanentes, es comparable a la de la resina compuesta y a la de la amalgama de plata en pacientes con necesidades especiales.

Hipótesis 4: el ionómero de vidrio tiene una buena estabilidad del color en el período estudiado, siendo la tinción de la restauración y la tinción del margen comparable con la de la resina compuesta y la de la amalgama de plata en pacientes con necesidades especiales.

Hipótesis 5: tras 12 meses de servicio, la aparición de caries secundarias adyacentes a una restauración de ionómero de vidrio es inferior en comparación con restauraciones de resina compuesta y amalgama de plata en pacientes con necesidades especiales.

Hipótesis 6: no existen diferencias en el riesgo de aparición de fracturas y pérdida de retención en una restauración de ionómero de vidrio en comparación a una resina compuesta o a una amalgama de plata en pacientes con necesidades especiales para el período de estudio.



## **OBJETIVOS**





## Objetivo general.

Evaluar la eficacia restauradora del ionómero de vidrio en lesiones de caries oclusales en molares permanentes de pacientes con necesidades especiales.

## Objetivos específicos.

1. Comparar la durabilidad clínica de las restauraciones oclusales de ionómero de vidrio con restauraciones de resina compuesta y de amalgama de plata en molares permanentes de pacientes con necesidades especiales tras 12 meses de seguimiento.
2. Evaluar si la forma anatómica del ionómero de vidrio puede perdurar adecuadamente tras 12 meses en boca en el área oclusal de molares permanentes en pacientes especiales.
3. Describir la adaptación marginal de las restauraciones oclusales de ionómero de vidrio en molares permanentes tras 12 meses de servicio comparándola con restauraciones de resina compuesta y de amalgama de plata en pacientes con necesidades especiales.
4. Definir la estabilidad del color de las restauraciones de ionómero de vidrio tras 12 meses en boca en comparación a las restauraciones de resina compuesta en pacientes con necesidades especiales.
5. Determinar la existencia de tinción de la restauración o tinción marginal del ionómero de vidrio tras 12 meses de servicio y contrastarlo con la resina compuesta y la amalgama de plata en pacientes con necesidades especiales.
6. Determinar la aparición de caries secundarias adyacentes a un ionómero de vidrio en pacientes con necesidades especiales y cotejarlo con la aparición de caries secundarias adyacentes a la resina compuesta y a la amalgama de plata.
7. Evaluar la presencia de fracturas y/o pérdida de retención de las restauraciones oclusales de ionómero de vidrio en molares permanentes de pacientes con necesidades especiales en el período de seguimiento.



## **MATERIAL Y MÉTODO**



## 5.1. Diseño del estudio

El presente trabajo plantea un estudio prospectivo longitudinal sobre una cohorte de pacientes con diversidad funcional que incluirá intervención mediante tratamiento restaurador, evaluación de la supervivencia y calidad de éste. El diseño será tipo *split-mouth* o a boca partida con asignación aleatorizada y randomizado.

Este proyecto fue aprobado por el Comité Ético de Investigación en Humanos, dando su conformidad y autorización, resolviendo que “se respetan los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y cumple los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética” (Anexo I).

## 5.2. Población del estudio.

Todas las personas que participaron en el estudio eran pacientes de la Clínica Odontológica para Pacientes Especiales de Cruz Roja de Valencia con diagnóstico médico de discapacidad intelectual.

Aquellos mayores de edad, con suficiente autonomía y capacidad de comprensión del estudio en el que participaban, fueron informados de forma oral y escrita, firmando el correspondiente consentimiento informado antes del comienzo del tratamiento donde se exponen riesgos y complicaciones del mismo, así como la concesión de permiso para realizar fotografías y recopilación de datos médicos y farmacológicos.

Para aquellas personas con menor autonomía y comprensión, dependientes de un tutor-a legal; éste fue quien prestó consentimiento verbal y escrito a todo lo expuesto anteriormente (Anexo II y III).

### 5.2.1. Criterios de selección.

Para hallar la muestra se llevó a cabo una exploración exhaustiva de todos aquellos pacientes que acudieron a su revisión rutinaria o bien primeras visitas en la Clínica Odontológica para Pacientes Especiales de Cruz Roja de Valencia, fijándose unos criterios de inclusión y exclusión.

#### 5.2.1.1. Criterios de inclusión para pacientes.

1. Presencia de tres lesiones de caries oclusales en molares permanentes.
2. Pacientes colaboradores o potencialmente colaboradores.

#### 5.2.1.2. Criterios de inclusión para dientes.

1. Primeros y segundos molares permanentes con caries oclusales.
2. Lesiones de caries oclusales con código ICDAS 3, 4 o 5 (véase tabla 2).
3. Tras exploración complementaria con radiografías, se admiten lesiones no cercanas a la pulpa.
4. Presencia de diente antagonista.
5. No afectación de caras interproximales.
6. No sintomatología previa en el diente a tratar.
7. No fístulas en la zona a tratar.

#### 5.2.1.3. Criterios de exclusión para pacientes.

1. Pacientes de categoría ASA IV y ASA V (según la Encuesta Médica Europea de Riesgo ASA sobre antecedentes médicos) (208).
2. Sujetos con escasa o nula colaboración.
3. Signos de bruxismo.
4. Fumador-a.

#### 5.2.1.4. Criterios de exclusión para dientes.

1. Molares temporales.
2. Terceros molares permanentes.
3. Dientes endodonciados
4. Lesiones oclusales no producidas por caries.

5. Reposición de restauraciones dañadas o perdidas.

6. Molares con restauraciones en otras superficies.

Cabe aclarar que la exclusión de cavidades interproximales o de clase II obedece a la dificultad de una evaluación clínica precisa del margen cervical (207) e imposibilita los controles expuestos en el apartado 5.6.

Además, el propio acto clínico de elección y colocación del sistema de matrices puede incluir errores que influirán en el futuro de la restauración sin ser consecuencia directa del propio material restaurador.

### 5.2.2. Muestra.

#### 5.2.2.1. Tamaño de la muestra.

Las personas que acudieron a la Clínica Odontológica para Pacientes Especiales de Cruz Roja a su revisión rutinaria o bien pacientes de primeras visitas fueron sometidos a una exploración clínica y aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión fueron preseleccionados. Para finalizar la selección y poder incluir a un participante en el estudio, se puso en conocimiento del tutor-a legal de éste la finalidad del estudio, beneficios, inconvenientes, riesgos, grado de compromiso y responsabilidad adquirida por el paciente (anexo II y III). Un total de 43 tutores legales manifestaron su conformidad en la participación en el estudio.

El material de obturación fue asignado de forma aleatorizada a cada uno de los dientes que debían ser restaurados. Como resultado, 129 cavidades fueron obturadas exitosamente para ser evaluadas a los 3 meses (T1), 6 meses (T2) y 12 meses (T3).

En la primera revisión, realizada a los 3 meses post-tratamiento, 40 pacientes fueron valorados, resultando un total de 120 restauraciones. Posteriormente, en la revisión de los 6 meses, 4 pacientes abandonaron el estudio por causas ajenas a éste, quedando para valorar 108 restauraciones. Finalmente, en la última fase a los 12 meses, un total de 34 pacientes, de los cuales 13 fueron mujeres y 21 hombres (79,06% de los reclutados inicialmente) completaron el seguimiento y constituyen la muestra efectiva para el estudio, incluyendo un número total de 102 restauraciones (tabla 6).

	Inicio	3 meses	6 meses	12 meses
n <sub>p</sub>	43	40	36	34
n <sub>r</sub>	129	120	108	102
%	100%	93,02%	83,72%	79,06%

Tabla 6. Evolución de la muestra. n<sub>p</sub>: número de pacientes, n<sub>r</sub>: número de restauraciones.

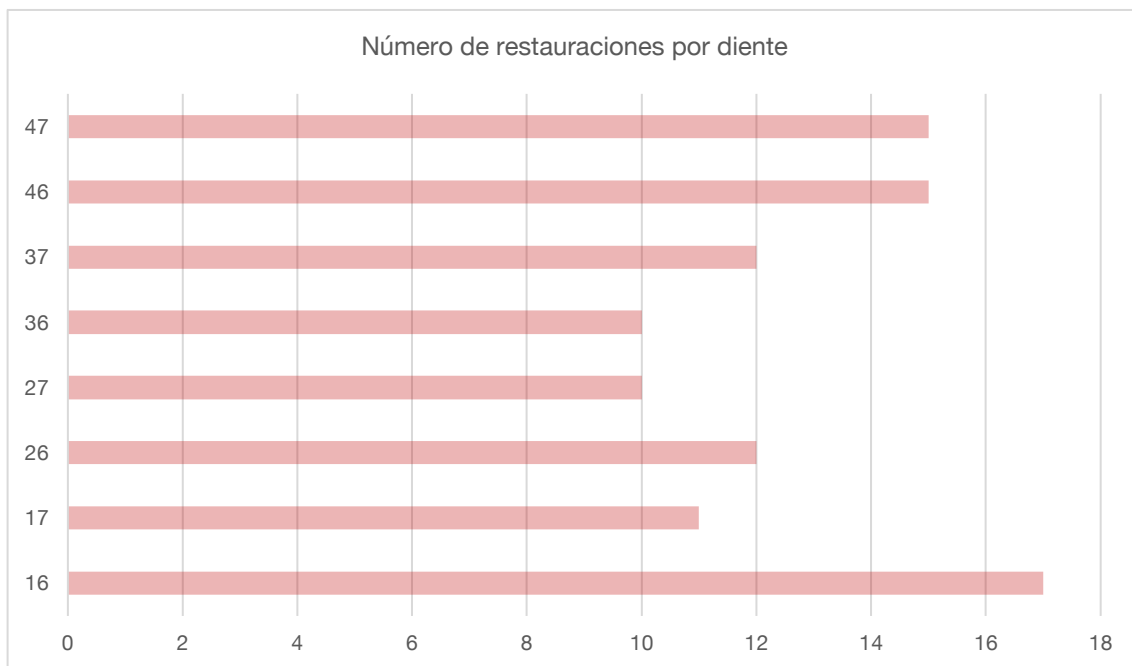


Gráfico 1. Distribución por tipo de diente restaurado.

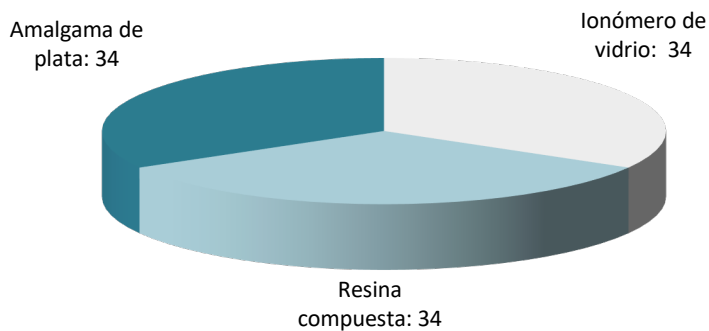


Gráfico 2. Distribución del número de restauraciones por tipo de material.



#### 5.2.2.2. Distribución de la muestra.

El diseño del estudio es tipo *split-mouth*, donde dentro de la misma boca, la distribución de los materiales restauradores en los dientes a tratar será de forma randomizada, permitiendo comparar los distintos materiales en un mismo medio bajo las mismas condiciones (207).

De este modo, cada restauración será realizada en un cuadrante diferente, respetando los requisitos que definen los criterios de inclusión y exclusión previamente mencionados.

#### 5.3. Recogida de datos.

En primer lugar, la historia clínica de cada uno de los pacientes fue revisada y/o actualizada, recogiendo de forma sistemática datos de la anámnesis (patología sistémica, hábitos, alergias, medicaciones, intervenciones recientes).

Previamente al examen clínico, los dientes se limpiaron con un cepillo de dientes o cepillo / copa de profilaxis. El examinador llevaba a cabo la exploración con espejo plano Hu- Friedy y sonda de periodoncia OMS junto con exploración radiográfica complementaria de aletas de mordida o radiografía periapical en función de las necesidades y/o características especiales de los pacientes. Para realizar la exploración inicial, en aquellos pacientes menos colaboradores o que tenían dificultades para mantener la boca abierta, se recurrió al uso de un abre bocas.

Para obtener una información más completa y detallada, así como para concretar el nivel de riesgo de caries del paciente, se entregó el cuestionario CAMBRA (Caries Management by Risk Assessment) (anexo IV). En esta encuesta se establecen los indicadores específicos de enfermedad, los factores de riesgo y los factores de protección frente a la caries que tiene cada paciente para proporcionar el nivel de riesgo (25, 27, 28, 30).

Entre los indicadores de enfermedad, todos los pacientes tenían 3 lesiones de caries. Un 35,3% de los individuos tenía más de tres lesiones de caries y al 64,7% se les había realizado alguna obturación en los últimos 3 años. Al analizar los factores de riesgo se podía observar en el 88,25% de los pacientes una gran cantidad de placa en los dientes. El 50% admitió comer entre horas.

Examinando los factores protectores, únicamente un 26,5% utilizaba enjuague fluorado diariamente.

Todos manifestaron como mínimo un cepillado dental diario y un 70,6% se cepillaba dos veces al día.

La aplicación profesional de flúor se evidenció en un 29,5%.

En cuanto a la clorhexidina, en el 20,6% la usaban para mojar el cepillo de dientes en sustitución de la pasta dental y un 5,9% la usaba como enjuague de forma puntual.

Por todo ello, los pacientes que participaron en el presente estudio fueron clasificados dentro del grupo de alto riesgo de caries.

Aquellos en los que se apreciaba un nivel de colaboración bajo-nulo o se identificaba algún factor que pudiera reducir el flujo salival, se clasificaron como pacientes de riesgo extremo.

Para poder desarrollar las distintas fases, todos los pacientes necesitaron técnicas de manejo de conducta, la más empleada fue la técnica decir-mostrar-sentir-hacer, seguida por la desensibilización y anticipación. 32 pacientes necesitaron algún sistema para mantener la apertura bucal durante la duración del tratamiento y a 25 pacientes se les aplicó contención física para el control de manos y movimientos de la cabeza.

Finalmente, se realizaron fotografías de los dientes a tratar con el objetivo de recopilar documentación fotográfica de los hallazgos clínicos antes de iniciar el tratamiento restaurador (209). También se empleó la fotografía como método indirecto de valoración de las restauraciones. Éstas fueron tomadas en cada una de las revisiones como parte del protocolo del estudio.

#### 5.4. Materiales restauradores empleados.

Los materiales empleados para la obturación de las cavidades fueron la amalgama de plata, la resina compuesta y el ionómero de vidrio cuya asignación fue aleatorizada. Todas las restauraciones se realizaron bajo aislamiento absoluto con dique de goma de látex de grosor medio y clamps Ivory®.

Se optó por amalgama de plata de partícula esférica non gamma 2 de fraguado regular, Tytin® (Kerr), presentada en cápsulas predosificadas cuya mezcla se realizó siguiendo las instrucciones del fabricante durante 8 segundos en vibrador-amalgamador Ventura Mix 2 (Ventura) (210).

Una vez mezclada se transportó a la cavidad para su condensación. El objetivo es adaptar la amalgama a las paredes de la cavidad y compactarla a fin de conseguir la mayor densidad posible para así aumentar la resistencia final de dicho material y disminuir su escurrimiento. Es preciso mantener el campo operatorio totalmente seco mientras se realiza la condensación (75-77).

Se aplicó una técnica de incrementos y cada uno fue condensado hasta sobreobturar la cavidad. Tras la condensación de la amalgama, ésta fue tallada para reproducir la anatomía dental adecuada. Sin embargo, el tallado no debe iniciarse hasta que la amalgama esté lo suficientemente dura como para resistirse a los instrumentos de tallado. Si no respetamos este tiempo y el tallado empieza demasiado pronto, la amalgama puede estar demasiado plástica y correr el riesgo de desprenderse de los márgenes (75-77).

Una vez realizado el tallado, es preciso alisar la superficie de la restauración mediante el bruñido minucioso de la superficie y los márgenes de la restauración. Finalmente se recomienda un pulido como mínimo 24 horas después de su colocación (75-77). En este estudio, no se realizó el pulido de la amalgama en una sesión posterior ya que desde el momento de la colocación del material comienza el seguimiento y en el caso de realizar un pulido, supondría la modificación de la forma con respecto a la inicial.

Para la obturación con resina compuesta, se escogió el composite nanohíbrido modelable TetricEvoCeram<sup>®</sup>BulkFill (Ivoclar Vivadent) junto con composite fluido TetricEvoFlow<sup>®</sup>BulkFill (Ivoclar Vivadent) con la técnica de grabado total con ácido ortofosfórico al 37% y adhesivo Prime & Bond NT<sup>®</sup>(Dentsply). Este adhesivo fue empleado siguiendo las instrucciones del fabricante (211) el cual indicaba el uso de un aplicador con el que frotar y humedecer completamente la cavidad durante 20 segundos para posteriormente eliminar los excesos con aire de la jeringa durante 5 segundos hasta apreciar una superficie ligeramente brillante. La fotopolimerización se realizó con lámpara de fotopolimerizar Bluephase (Ivoclar Vivadent) durante 20 segundos.

En la aplicación de TetricEvoFlow<sup>®</sup>BulkFill y TetricEvoCeram<sup>®</sup>BulkFill, para obtener un resultado óptimo, el fabricante recomienda un espesor máximo de 4mm por capa con una fotopolimerización de 20 segundos para intensidades  $\geq 500$  mW/cm<sup>2</sup> y 10 segundos para una intensidad  $\geq 1000$  mW/cm<sup>2</sup> (109).

Como primera capa se usó el composite fluido TetricEvoFlow<sup>®</sup>BulkFill y posteriormente mediante una técnica incremental se modeló el composite TetricEvoCeram<sup>®</sup>BulkFill.

Para el pulido se utilizó fresa de balón de diamante de grano fino para turbina junto con fresa de pulido de Arkansas para contraángulo.

Como ionómero de vidrio, se optó por el sistema restaurador autoadhesivo de autofraguado EQUIA<sup>®</sup>(GC) con forma de presentación en cápsulas predosificadas cuya activación se realizó siguiendo las instrucciones del fabricante con un tiempo de mezcla en vibrador-amalgamador de 10 segundos (212). Para su dispensación se usó un aplicador de cápsulas.

El relleno de la cavidad se realizó en bloque de forma monolítica para posterior condensación y modelado. Transcurridos 2 minutos y 30 segundos desde el inicio de la mezcla (según instrucciones del fabricante), se procedió al acabado final con el pulido (mismas fresas usadas con la resina compuesta) y ajuste de la oclusión para posteriormente aplicar el barniz protector EQUIA coat® y fotopolimerizar durante 20 segundos (212).

Ningún motivo comercial o publicitario impulsó la elección de estos materiales, no existiendo pues, conflictos de interés.

### 5.5. Preparación cavitaria.

En todos los pacientes se realizó una anestesia local y posterior colocación del dique de goma.

Para la preparación cavitaria se usó instrumental rotatorio de alta y baja velocidad con fresas de diamante. El tamaño y forma de las fresas se escogió en función de las dimensiones de la cavidad y del tipo de material restaurador. La configuración de las cavidades que se tallan para los distintos tipos de materiales restauradores depende directamente de las propiedades y características del mismo. Es posible diseñar la cavidad ideal en cualquier situación que se presente, siendo esta cavidad ideal aquella que cumpla todos los objetivos con el mayor ahorro posible de estructura dentaria.

Tipo de material	Material	Fabricante	Composición
<b>Amalgama de plata</b>	Tytin®	Kerr	Mercurio, plata, estaño, cobre.
<b>Resina compuesta</b>	Tetric EvoCeram® BulkFill	Ivoclar Vivadent	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, vidrio de silicato de aluminio y bario, fluoruro de iterbio, óxido esférico mixto, prepolímeros, aditivos, catalizadores, estabilizadores, pigmentos, canforoquinona, Ivocerin®.
	Tetric EvoFlow® BulkFill	Ivoclar Vivadent	
<b>Ionómero de vidrio</b>	EQUIA®	GC Europe	Ácido poliacrílico, vidrio de fluoroaluminosilicato de estroncio, agua destilada.
<b>Recubrimiento de resina de baja viscosidad</b>	EQUIA coat®	GC Europe	Metil metacrilato, sílice coloidal, canforoquinona.

Tabla 7. Materiales, fabricante y composición.

Siguiendo los principios generales y tradicionales del diseño cavitario para amalgama de plata, se contempla una extensión preventiva en los surcos de la cara oclusal para evitar “nichos” que retengan bacterias y fomenten la recidiva de caries (213). Será necesaria también una extensión por retención ya que la amalgama no sufre por sí sola ningún proceso de adhesión a las paredes de la cavidad y estará basada en paredes paralelas si la cavidad es más profunda que ancha. Si no puede aplicarse este principio se tallan paredes convergentes hacia el exterior con fresas de cono invertido (213).

Habrá que tener en cuenta que las cajas deben tener una profundidad suficiente para garantizar la resistencia de la amalgama frente a las fuerzas de la oclusión. Esta profundidad será de al menos 1,5mm (extensión por resistencia del material de obturación) (213). A nivel del margen cavo superficial, la pared cavitaria deberá formar un ángulo cercano a los 90°.

Se evitan pisos cavitarios redondeados o inclinados y se elimina esmalte sin soporte dentinario para que la estructura remanente tenga suficiente resistencia (213).

En las preparaciones cavitarias para composite no resulta necesario tallar paredes y pisos al estilo de las cavidades terapéuticas para amalgama de plata ni preparar retenciones mecánicas sino únicamente eliminar el tejido dañado. Por lo tanto, las dimensiones de la cavidad vendrán determinadas en función del tamaño de la caries y se eliminarán los bordes cortantes.

En el caso de las preparaciones cavitarias para ionómero de vidrio se procederá a eliminar el tejido infectado por la caries sin necesidad de crear diseños cavitarios retentivos gracias a la unión *per se* a la estructura dental de dicho material. Los márgenes no deben biselarse, ya que esto puede dejar una capa delgada de material que puede fracturarse durante la función (183).

#### 5.6. Sesiones de control.

Las revisiones se llevaron a cabo a los 3 meses (T1), 6 meses (T2) y 12 meses (T3) después de la colocación de cada material restaurador e incluían inspección visual y táctil con espejo plano Hu- Friedy y sonda de periodoncia OMS, recopilación de documentación fotográfica de las restauraciones junto con la toma de impresiones con silicona de adición Elite HD<sup>+</sup>® (consistencia masilla, regular y light) con cubeta parcial estándar para la obtención de un modelo que pudiera ser revisado de forma indirecta a posteriori.

El positivado de la impresión de silicona se realizó con una resina a base de poliol (marca NOVOX<sup>®</sup> de Dynamic Abutment Solutions).

El examen de las réplicas se efectuó mediante sistema de magnificación con lupas ExamVision Galileo HD 3.8 x.

Por motivos éticos, registros radiográficos de control se tomaron únicamente en la revisión de los 12 meses (207).

En 1971 Cvar y Ryge (214), propusieron cinco criterios para la evaluación clínica de las restauraciones dentales: uniformidad del color, tinción del margen cavo superficial, forma anatómica, adaptación marginal y presencia de nuevas lesiones de caries.

Estos criterios fueron revisados en 1980 y fueron denominados “criterios de Ryge modificados” o “criterios modificados del Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos (criterios USPHS)” (215).

Más adelante, para detectar el deterioro temprano y signos de fracaso, se requirió una escala más sensible y discriminatoria que los "criterios de Ryge modificados" y en 2007 Hickel y cols. (207), propusieron un nuevo sistema basado en tres categorías: estética, funcional y biológico.

Los criterios definidos por Hickel y cols. fueron aprobados por el Comité de Ciencias de la FDI World Dental Federation en 2007 (207) y se consideraron en 2008 como "Criterios Estándar" (216) recomendando su uso en ensayos clínicos que evaluaran restauraciones dentales en términos de materiales, así como en la práctica clínica para determinar si una restauración debe mantenerse, repararse o reemplazarse (207).

Sin embargo, los autores señalaron que los investigadores no deberían utilizar necesariamente el conjunto completo de los 16 criterios, sino seleccionar los más adecuados de acuerdo con los objetivos de su estudio (207, 215).

Después de la revisión de lo expuesto anteriormente, se optó por utilizar las categorías o códigos originales de los criterios de Ryge, adaptándolos a las descripciones más detalladas que ofrecían los criterios propuestos por Hickel y cols. y aceptados por la FDI.

De este modo, se elaboró una escala más ajustada a las características del presente estudio (tabla 8) mediante la cual, se clasificaba el estado de los distintos materiales de restauración a los 3 meses, 6 meses y 12 meses, en función de diversas características clínicas.

La figura 3 representa una simulación de una cavidad de clase I donde mediante el uso de distintos colores se indicaba la presencia de fallos en el margen, tinción marginal, caries secundaria o fracturas en cada una de las sesiones de revisión.

Paciente: Fecha: 3 meses <input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 12 meses <input type="checkbox"/>	Diente: Material:
	Rojo: caries secundaria Verde: tinción marginal Azul: fallo en el margen XXX: fractura

Figura 3. Figura de control de cavidades.

### 5.7. Análisis estadístico.

En primer lugar, se hizo un análisis descriptivo para las variables estudiadas en el que se midieron frecuencias absolutas y relativas al tratarse de datos cualitativos.

El análisis inferencial consiste en la estimación de un modelo no paramétrico de Brunner-Langer de datos longitudinales para cada variable respuesta o característica clínica.

El modelo incluye dos factores intra-sujeto: tipo de material restaurador y tiempo de revisión. Se calculará un estadístico ATS tipo-ANOVA para evaluar efectos principales (¿cambia la evaluación en el tiempo?) e interacción (¿cambia de manera similar la evaluación de los diferentes tipos de material a lo largo del seguimiento?).

El nivel de significatividad empleado en los análisis ha sido el 5% ( $\alpha=0.05$ ).

La metodología estadística propuesta, con un nivel de confianza del 95% y considerando un tamaño del efecto a detectar  $f=0,15$  (medio-pequeño), alcanza una potencia 0,91 para el contraste de efectos intra-sujetos (diferencias a lo largo del tiempo o entre tipos de material).

<b>Características clínicas</b>	<b>Alfa</b>	<b>Bravo</b>	<b>Charlie</b>	<b>Delta</b>
<b>Forma anatómica</b>	Forma ideal	La forma difiere ligeramente pero no es estéticamente insatisfactorio. Falta de material sin exposición de dentina.	La forma se ve afectada resultando estéticamente inaceptable. Falta de material con exposición de dentina. Corrección/Intervención es necesaria.	La forma es totalmente insatisfactoria o está perdida. Reemplazo necesario.
<b>Estabilidad del color</b>	Buena estabilidad del color. No hay diferencia en el tono y la translucidez.	Desviación leve. No afecta a la estética y resulta aceptable.	Desviación localizada pero clínicamente insatisfactorio que puede ser corregido mediante reparación.	Inaceptable. Necesaria sustitución.
<b>Tinción de la restauración</b>	No existe tinción de la superficie.	Tinción superficial leve (en seco) sin ser estéticamente inaceptable y se extiende sobre todos los dientes. Pulido necesario.	Tinción amplia de la superficie de la restauración. Estéticamente inaceptable. Necesaria corrección.	Tinción severa y / o tinción subsuperficial. Reemplazo necesario.
<b>Tinción marginal</b>	No existe tinción entre la restauración y el diente.	Tinción leve del margen (en seco). No afecta a la estética.	Tinción moderada pero localizada en el margen que no se elimina con el pulido. Necesaria corrección.	Tinción severa generalizada y profunda. Reemplazo necesario.
<b>Adaptación marginal</b>	Contorno armonioso, sin huecos, sin decoloración.	Pequeña fractura marginal corregible con el pulido.	Gap < 0,5mm que puede ser reparado.	Gap > 0,5mm con esmalte/dentina fracturado, exige reemplazo.
<b>Caries secundaria</b>	Sin caries secundarias.	Muy pequeña y localizada desmineralización. No requiere tratamiento.	Cavitación/caries localizada que puede ser reparada.	Caries secundarias profundas o dentina expuesta, no es posible su reparación y exige sustitución de la restauración.
<b>Fractura y retención</b>	Restauración retenida sin fracturas/cracks	Una o dos grietas finas que no afectan a la integridad marginal.	Fracturas que dañan la calidad marginal. En menos de la mitad de la restauración.	Pérdida parcial o completa de la restauración.

Tabla 8. Criterios de evaluación de las restauraciones.



## **RESULTADOS**



## 6.1. Tabla de resultados.

Los criterios que marcan el éxito o el fracaso de una restauración deben definirse de forma clara e independiente para cada estudio. La descripción de estos criterios debe basarse principalmente en medidas clínicas establecidas que informan sobre la evolución y el comportamiento de los materiales restauradores. Dependiendo del objetivo del estudio, algunas categorías o parámetros a estudiar pueden omitirse por no ser necesarios y/o aplicables (207).

Las escalas de calificación presentadas en este estudio están diseñadas para reflejar el rendimiento de las obturaciones realizadas con tres materiales restauradores diferentes y evaluar las cualidades estéticas de dos de ellos.

Las características representadas son: forma anatómica, estabilidad del color, tinción de la restauración, tinción marginal, adaptación marginal, caries secundarias, fractura y retención.

La estabilidad del color se juzga únicamente en aquellas restauraciones no metálicas y por tanto la amalgama de plata quedaría fuera de esta valoración.

En general, el significado de las calificaciones empleadas para puntuar o valorar cada una de las características en las distintas revisiones fueron:

- Alfa: clínicamente excelente. No es necesaria ninguna intervención.
- Bravo: difiere ligeramente de un estado ideal pero clínicamente es satisfactorio. No es necesaria ninguna intervención.
- Charlie: clínicamente insatisfactorio que puede ser corregido mediante intervención/reparación
- Delta: clínicamente insatisfactorio que no puede ser corregido mediante intervención/reparación y debe ser reemplazado.

En la tabla 8 se muestra de forma más detallada la definición de cada una de las categorías para todas las características clínicas evaluadas.

Después de 12 meses post-tratamiento, se completó el seguimiento de 34 pacientes con necesidades especiales y 102 restauraciones. La recuperación de pacientes fue del 79,06%.

Llegados a los 12 meses, la supervivencia para el ionómero de vidrio EQUIA® fue del 100%, de la resina compuesta Tetric EvoCeram® BulkFill fue del 97,1% y el de la amalgama de plata Tytin® fue del 100%.

Los detalles del comportamiento de los diferentes materiales restauradores a los 3 meses (T1), 6 meses (T2) y 12 meses (T3) se muestran en la tabla 9.

Característica clínica	Ionómero de vidrio			Resina compuesta			Amalgama de plata		
	3 meses	6 meses	12 meses	3 meses	6 meses	12 meses	3 meses	6 meses	12 meses
<b>Forma anatómica</b>	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =
Alfa	34	34	31	34	34	34	34	34	34
Bravo	-	-	3	-	-	-	-	-	-
Charlie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Delta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Estabilidad del color</b>	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =
Alfa	34	34	33	34	34	34	-	-	-
Bravo	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Charlie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Delta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Tinción de la restauración</b>	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =
Alfa	34	33	33	33	33	31	34	34	33
Bravo	-	1	1	1	1	2	-	-	1
Charlie	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Delta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Tinción marginal</b>	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =
Alfa	34	34	31	33	31	31	34	33	31
Bravo	-	-	3	1	2	2	-	1	2
Charlie	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Delta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Adaptación marginal</b>	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =
Alfa	34	33	33	34	33	33	34	33	33
Bravo	-	1	1	-	-	-	-	1	1
Charlie	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Delta	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>Caries secundarias</b>	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =
Alfa	34	34	34	34	33	33	34	34	34
Bravo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Charlie	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Delta	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>Fractura y retención</b>	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =	n <sub>r</sub> =
Alfa	34	34	33	34	34	34	34	34	34
Bravo	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Charlie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Delta	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 9. Comportamiento de los materiales restauradores a los 3, 6 y 12 meses post-tratamiento. n<sub>r</sub>: número de restauraciones.

## 6.2. Análisis de la evolución de las características clínicas.

### 6.2.1. Forma anatómica.

El control de la forma anatómica es una medida de la pérdida de sustancia y es útil para evaluar el rendimiento clínico de los materiales restauradores (214). Cabe añadir que, en el tratamiento de pacientes con necesidades especiales, la oportunidad de modelar un material restaurador para realizar una anatomía ideal es en la mayoría de las ocasiones bastante limitada, sobre todo en pacientes poco colaboradores debido a movimientos de la cabeza o dificultad de una buena apertura bucal. Por esta razón, hay que tener en cuenta que la calificación de “forma anatómica ideal” (alfa) no se corresponderá directamente con una anatomía perfecta si no con el mantenimiento o la no modificación de la forma en comparación con la forma inicial.

Esta característica clínica debió ser evaluada de forma indirecta con los modelos del paciente, comparándolos entre sí para poder descubrir cambios en la forma de la restauración en comparación con el día del tratamiento. Esta información se complementó examinando y cotejando las fotos realizadas en cada una de las revisiones.

Tanto la resina compuesta Tetric EvoCeram® BulkFill como la amalgama de plata Tytin® recibieron en el 100% de las restauraciones calificación Alfa en todas las revisiones. En el caso del ionómero de vidrio EQUIA®, a los 3 y 6 meses todas las restauraciones se mantuvieron con una puntuación de Alfa. A los 12 meses el 91,2% seguía manteniendo un código Alfa mientras que un 8,8% recibió un código Bravo.

Sólo se detecta una débil tendencia ( $p=0,074$ ) según la cual las restauraciones de ionómero de vidrio tienen una mayor probabilidad de pasar a evaluación distinta a la excelencia.

La tabla T1 del apéndice describe los resultados de la evaluación a lo largo del seguimiento.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>p-valor efectos</b>
<b>Ionómero</b>	100%	100%	91,2%	Tiempo: $p=0.074$
<b>Resina</b>	100%	100%	100%	Material: $p=0.074$
<b>Amalgama</b>	100%	100%	100%	Interacción: $p=0.074$

\* $p<0,05$ ; \*\* $p<0,01$ ; \*\*\* $p<0,001$

Tabla 10. Evolución de la forma anatómica según tipo de material: porcentaje de restauraciones con valoración ‘alfa’. Test ATS de modelo Brunner-Langer sobre la homogeneidad de evolución en los grupos.

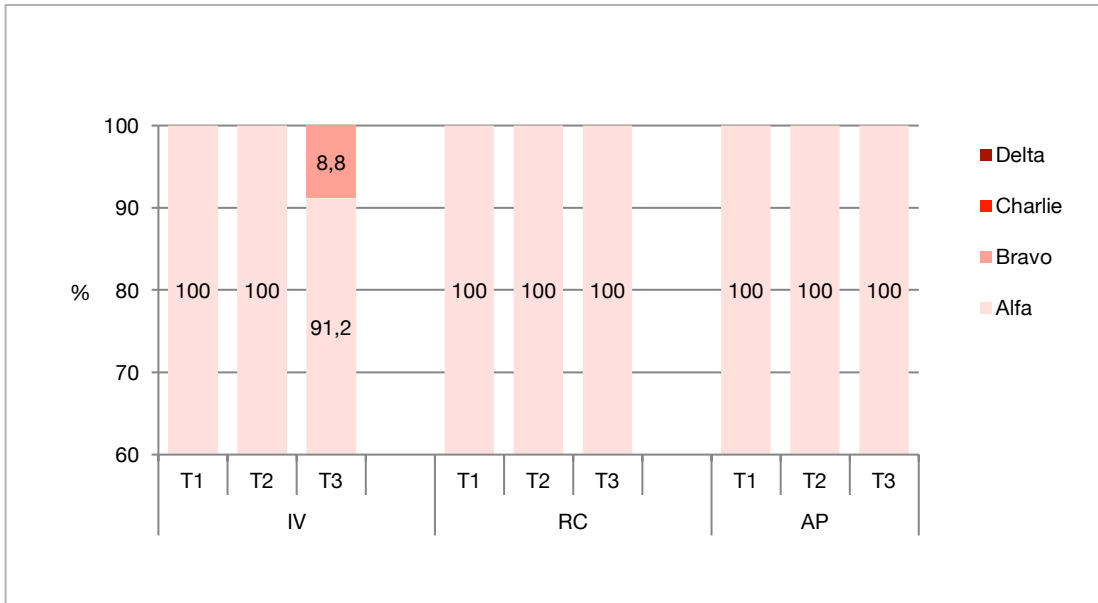


Gráfico 3. Cambios en forma anatómica según material.

### 6.2.2. Estabilidad del color.

La evaluación de la estabilidad del color se realizó para el ionómero de vidrio y para la resina compuesta excluyéndose de este parámetro a la amalgama de plata.

Se llevaron a cabo dos valoraciones, la primera de ellas fue un examen clínico directo secando el diente con aire de la jeringa del equipo dental durante 5 segundos junto con la luz artificial de la unidad dental. Una segunda valoración se realizó posteriormente gracias a la documentación fotográfica. El empleo de la fotografía se considera un método indirecto necesario para la evaluación de las restauraciones ya que el empleo únicamente de la revisión directa puede ser insuficiente para distinguir cambios tempranos. Algunos autores defienden que al analizar las restauraciones utilizando los criterios modificados de Ryge, el método de fotografía digital revela un aumento significativo en el número de defectos detectados. Incluso el método de fotografía digital por sí solo, sin la necesidad de ampliación o corrección, proporciona más información que el examen clínico (209).

En una primera valoración clínica de EQUIA® y de Tetric EvoCeram® BulkFill, ambos materiales recibieron una valoración de Alfa en el 100% de los casos en T1, T2 y T3.

Una vez revisadas las fotografías, el material Tetric EvoCeram® BulkFill mantuvo un código Alfa para todas las restauraciones en T1, T2 y T3, mientras que

EQUIA® recibió la valoración de Alfa en todos los casos en T1 y T2, pero en el control a los 12 meses un 97,1% continuó con código Alfa y un 2,9% con Bravo. No se encontraron diferencias significativas en la evolución del color de ambos materiales ( $p=0,317$ ).

La tabla T2 del apéndice describe los resultados relacionados con la estabilidad del color.

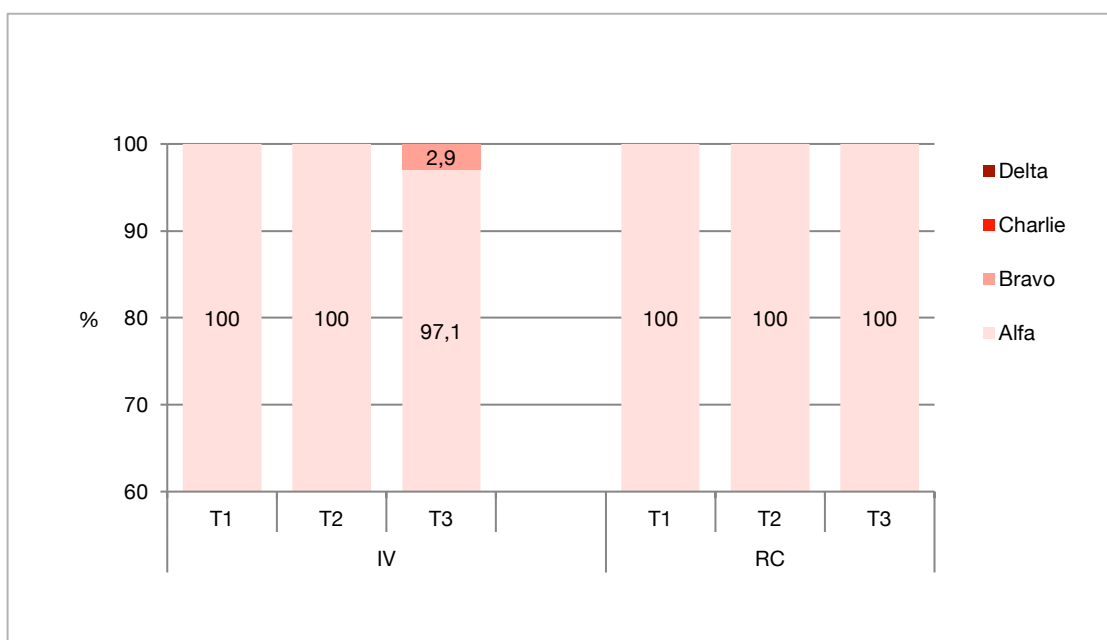


Gráfico 4. Cambios en color según material.

	T1	T2	T3	p-valor efectos
<b>Ionómero</b>	100%	100%	97,1%	Tiempo: $p=0,317$
<b>Resina</b>	100%	100%	100%	Material: $p=0,317$
<b>Amalgama</b>	--	--	--	Interacción: $p=0,317$

\* $p<0,05$ ; \*\* $p<0,01$ ; \*\*\* $p<0,001$

Tabla 11. Evolución del color según tipo de material: porcentaje de restauraciones con valoración 'alfa'. Test ATS de modelo Brunner-Langer sobre la homogeneidad de evolución en los grupos.

### 6.2.3. Tinción de la restauración.

La tinción en la superficie de una restauración se evalúa en comparación con los tejidos duros circundantes, es decir, se debe examinar si la tinción está presente solo en la superficie de la restauración o también en otros dientes. Por otro lado, es necesario hacer una distinción entre la tinción acumulada y la pobre coincidencia de color.

Una tinción leve se define por ser visible a la inspección clínica usando espejo e iluminación, mientras que la tinción severa es visible a una distancia de 60–100 cm (207).

En el caso del ionómero de vidrio EQUIA<sup>®</sup>, en la revisión de los 3 meses, todas las restauraciones obtuvieron una puntuación Alfa, mientras que en la revisión de los 6 y 12 meses el 97,1% mantuvo esta calificación y un 2,9% cambió a Bravo.

La resina compuesta Tetric EvoCeram<sup>®</sup> BulkFill en la primera y segunda revisión, el 2,9% recibió denominación Bravo y el 97,1% fue Alfa. En el control de los 12 meses el 91,2% obtuvo calificación Alfa, el 5,9% Bravo y el 2,9% fue Charlie. Finalmente, la amalgama de plata Tytin<sup>®</sup>, el 100% de las restauraciones recibió nivel Alfa tanto en la revisión de los 3 meses como en la de los 6 meses. No obstante, en el control de los 12 meses un 97,1% mantenía código Alfa y el 2,9% fue Bravo.

Los materiales restauradores que se puntuaron como Bravo recibieron pulido en la consulta dental con cepillo y pasta de profilaxis y los valorados como Charlie precisaron mayor corrección y estratificación de nuevo material.

Existen cambios significativos en la valoración de la tinción a lo largo del seguimiento ( $p=0,046$ ); pero estos cambios son similares entre los 3 tipos de material ( $p=0,544$ ).

La tabla T3 del apéndice muestra la descriptiva completa.

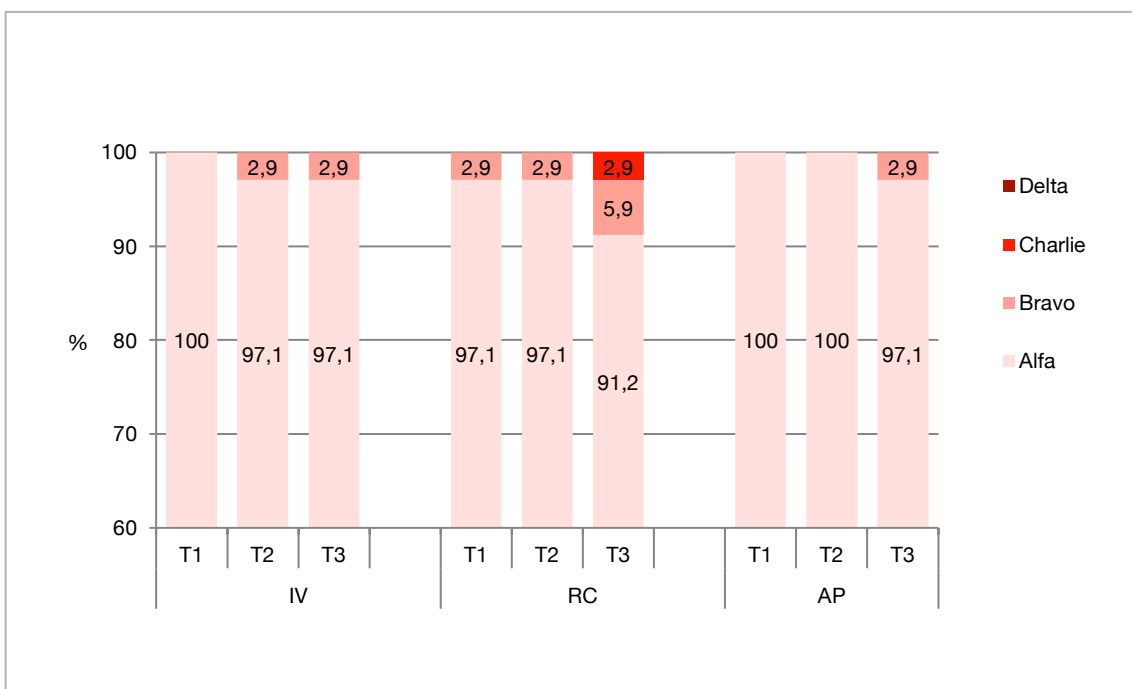


Gráfico 5. Cambio en tinción según material.



	T1	T2	T3	p-valor efectos
<b>Ionómero</b>	100%	97,1%	97,1%	Tiempo: p=0.046*
<b>Resina</b>	97,1%	97,1%	91,2%	Material: p=0.337
<b>Amalgama</b>	100%	100%	97,1%	Interacción: p=0.544

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

Tabla 12. Evolución de la tinción de la restauración según tipo de material: porcentaje de restauraciones con valoración 'alfa'. Test ATS de modelo Brunner-Langer sobre la homogeneidad de evolución en los grupos.

#### 6.2.4. Tinción marginal.

La capacidad de sellado de las restauraciones a menudo se ha evaluado mediante el cambio de color a lo largo de parte o la totalidad del margen de restauración ya que el cambio de color es consecuencia de la filtración entre la restauración y la estructura dental y si penetra a lo largo de la interfaz en dirección pulpar, puede afianzar un proceso carioso.

De la misma manera que con la evaluación de la estabilidad del color, se llevaron a cabo dos valoraciones, en un primer momento un examen clínico directo secando el diente con aire durante 5 segundos junto con la luz de la unidad dental y en una segunda valoración se examinó la documentación fotográfica.

Con el ionómero de vidrio EQUIA® no hubo tinción marginal ni a los 3 meses ni a los 6, no obstante, en la revisión de los 12 meses se apreció un código Alfa en el 91,2% y un valor Bravo en el 8,8%.

Con Tetric EvoCeram® BulkFill, al examen clínico, en la revisión de los 3 meses no se apreció tinción en el margen en ninguna de las restauraciones, pero revisados los registros fotográficos se fijó un código Alfa a un 97,1% y Bravo a un 2,9% en este primer periodo.

Tanto a los 6 meses como a los 12 meses, el 91,2% mantenía valoración Alfa, el 5,9% se calificó como Bravo y el 2,9% Charlie. En este último caso, comprendía una tinción moderada, aunque localizada en el margen que no se eliminaba con el pulido y fue necesaria su reparación.

Con la amalgama de plata, en un primer momento todas las restauraciones en los tres controles recibieron la puntuación de Alfa, pero al revisar las fotografías se evidenció una ligera tinción del margen en la revisión de los 6 meses en un 2,9% de los casos y a los 12 meses en el 5,9%. En ambos periodos, el código recibido fue Bravo.

Por tanto, existen cambios significativos en relación a la tinción marginal a lo largo del seguimiento ( $p=0,013$ ); pero estos cambios son similares entre los 3 tipos de material ( $p=0,449$ ).

Para descriptiva completa, véase la tabla T4 del apéndice.

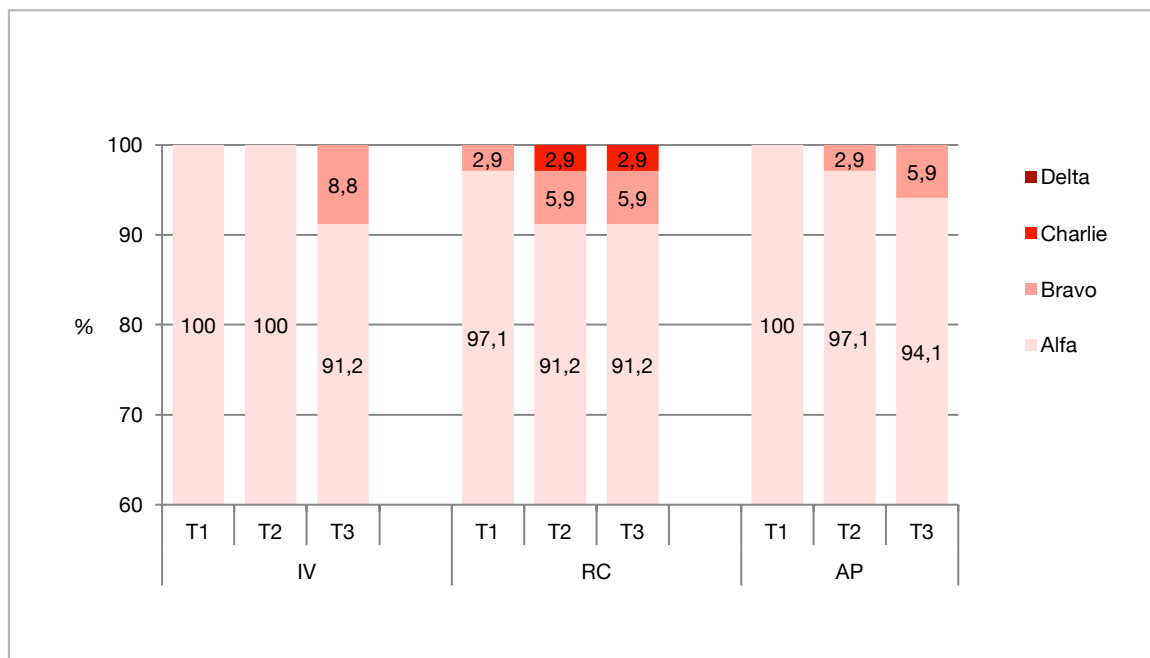


Gráfico 6. Cambios en tinción marginal según material.

	T1	T2	T3	p-valor efectos
<b>Ionómero</b>	100%	100%	91,2%	<b>Tiempo: p=0.013*</b>
<b>Resina</b>	97,1%	91,2%	91,2%	Material: p=0.425
<b>Amalgama</b>	100%	97,1%	94,1%	Interacción: p=0.449

\* $p<0,05$ ; \*\* $p<0,01$ ; \*\*\* $p<0,001$

Tabla 13. Evolución de la tinción marginal según tipo de material: porcentaje de restauraciones con valoración 'alfa'. Test ATS de modelo Brunner-Langer sobre la homogeneidad de evolución en los grupos.

### 6.2.5. Adaptación marginal.

La diferenciación entre márgenes continuos o no (presencia de *gaps*) no es un predictor suficiente de caries secundaria o fracaso de la restauración aunque el deterioro marginal y la decoloración cavomarginal pueden ser factores pronósticos para fallos futuros (217).

En el caso del ionómero de vidrio EQUIA<sup>®</sup>, en la primera revisión, el 100% de las obturaciones mantuvieron una adaptación excelente, únicamente el 2,9% de los casos fueron evaluados como Bravo a los 6 y 12 meses.

También la resina compuesta fue calificada en el 100% de los casos a los 3 meses como Alfa, sin embargo a los 6 meses, el 2,9% obtuvo código Charlie precisando reparación.

A los 12 meses, el 97,1% continuó con calificación Alfa y un 2,9% código Delta, lo que significó en este último, el reemplazo del material y colocación de una obturación nueva.

La amalgama de plata, a los 3 meses, en todos los casos mantuvo un contorno armonioso. A los 6 y 12 meses el 97,1% continuó como Alfa y un 2,9% se evaluó como Bravo.

Aunque la evaluación de la adaptación marginal cambia de nivel en algunos casos ( $p=0,074$ ), es algo común y homogéneo para todos los tipos de material ( $p=0,998$ ).

En la tabla T5 del apéndice se muestra la descriptiva completa.

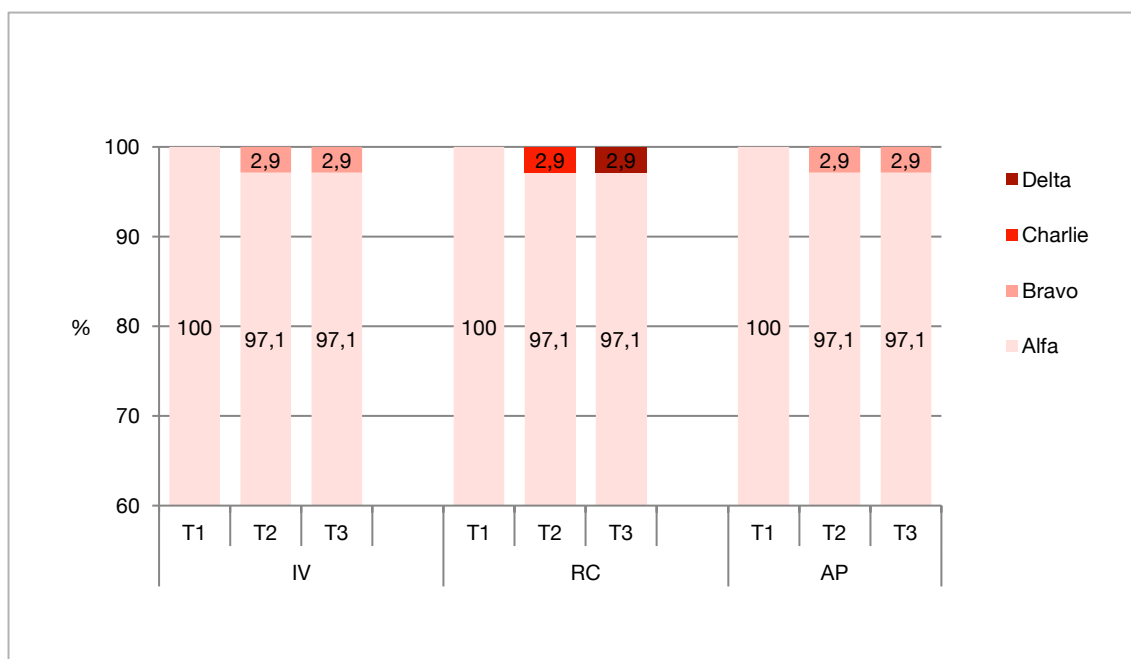


Gráfico 7. Cambios en adaptación marginal según material.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>p-valor efectos</b>
<b>Ionómero</b>	100%	97,1%	97,1%	Tiempo: p=0.074
<b>Resina</b>	100%	97,1%	97,1%	Material: p=0.998
<b>Amalgama</b>	100%	97,1%	97,1%	Interacción: p=0.998

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

Tabla 14. Evolución de la adaptación marginal según tipo de material: porcentaje de restauraciones con valoración 'alfa'. Test ATS de modelo Brunner-Langer sobre la homogeneidad de evolución en los grupos.

#### 6.2.6. Caries secundarias.

La cavitación en el tejido dental adyacente a una restauración indica caries secundaria establecida y, en consecuencia, la necesidad de intervención ya sea con reparación o reemplazo. Se debe tener cuidado en distinguir los defectos del margen con la tinción del mismo.

Las recomendaciones de ICDAS (International Caries Detection and Assessment System) se pueden utilizar para el diagnóstico y manejo de estas lesiones (véase tabla 3).

En el presente estudio todas las restauraciones realizadas con el ionómero de vidrio EQUIA® y todas las obturaciones de amalgama de plata Tytin®, recibieron una evaluación de Alfa en las tres revisiones, no evidenciando, por tanto, ninguna lesión de caries recurrente.

Sin embargo, con la resina compuesta Tetric EvoCeram® BulkFill, a los 6 meses 33 restauraciones presentaron un estado excelente sin lesión de caries secundaria, pero en una de las restauraciones se observó una cavitación pequeña en el margen que pudo ser reparada. En cambio, a los 12 meses, 33 cavidades continuaron sin presentar lesiones recurrentes y en una restauración se apreció una caries secundaria con dentina expuesta donde no era posible la reparación y fue imprescindible la sustitución (código Delta).

Se admite que no hay ningún tipo de cambio en relación a la presencia de caries secundarias siendo extrapolable a cualquier material que se analice (p=0,317).

Para mayor descripción, véase tabla T6 del apéndice.

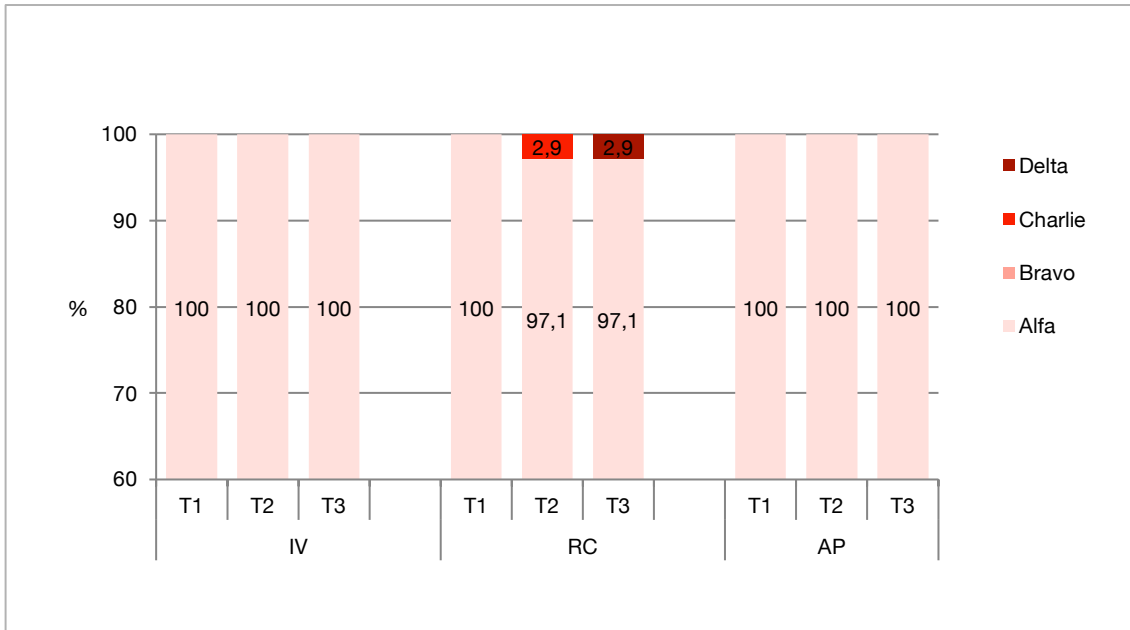


Gráfico 8. Cambios en caries secundarias según material.

	T1	T2	T3	p-valor efectos
<b>Ionómero</b>	100%	100%	100%	Tiempo: p=0.317
<b>Resina</b>	100%	97,1%	97,1%	Material: p=0.317
<b>Amalgama</b>	100%	100%	100%	Interacción: p=0.317

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

Tabla 15. Evolución de caries secundarias según tipo de material: porcentaje de restauraciones con valoración 'alfa'. Test ATS de modelo Brunner-Langer sobre la homogeneidad de evolución en los grupos.

### 6.2.7. Fracturas y retención de la restauración.

Para evaluar los parámetros de fractura y retención se recomienda trazar y delimitar la localización de grietas o *chipping* en un boceto que simule la cavidad (véase figura 5).

Ni EQUIA®, ni Tetric EvoCeram® BulkFill, ni Tytin® sufrieron fracturas graves que significaran la pérdida de la restauración. En todos ellos la retención final a los 12 meses fue del 100%.

Únicamente remarcar que, a los 12 meses, en el ionómero de vidrio EQUIA® se apreciaron grietas finas que no afectaron a la integridad marginal en una de las restauraciones, recibiendo por tanto un código Bravo.

Se admite que no hay ningún tipo de cambio en relación con la presencia de fracturas o problema de retención con resultado similar para todos los materiales (p=0,317). Véase tabla T 7 en apéndice.

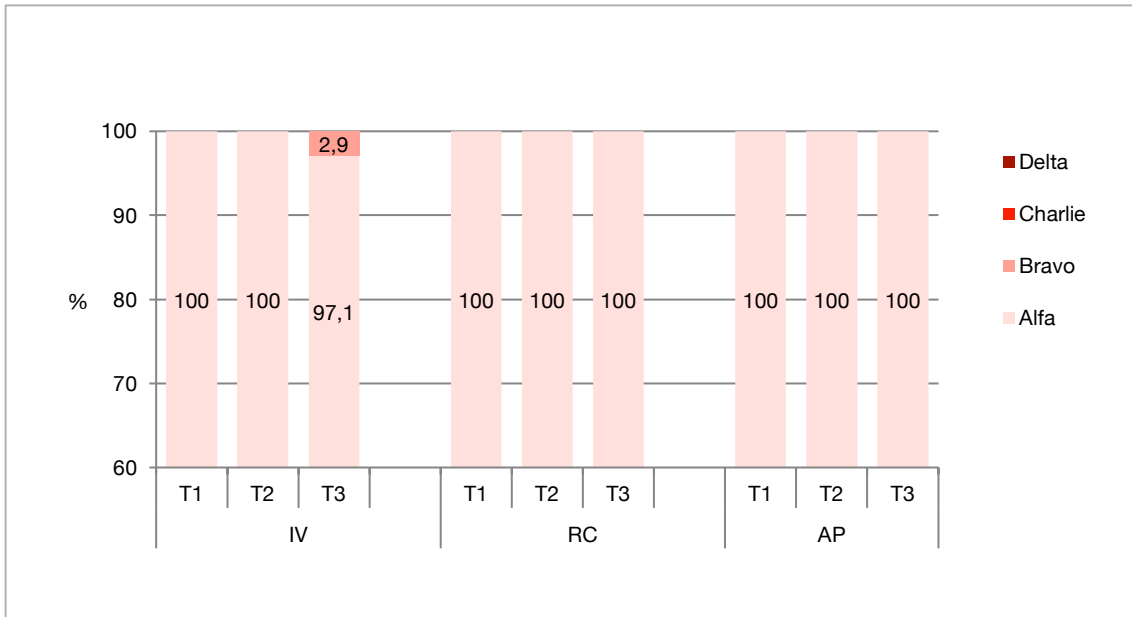


Gráfico 9. Cambios en fractura y retención según material

	T1	T2	T3	p-valor efectos
<b>Ionómero</b>	100%	100%	97,1%	Tiempo: $p=0.317$
<b>Resina</b>	100%	100%	100%	Material: $p=0.317$
<b>Amalgama</b>	100%	100%	100%	Interacción: $p=0.317$

\* $p<0,05$ ; \*\* $p<0,01$ ; \*\*\* $p<0,001$

Tabla 16. Evolución de fractura y retención según tipo de material: porcentaje de restauraciones con valoración 'alfa'. Test ATS de modelo Brunner-Langer sobre la homogeneidad de evolución en los grupos.

## **DISCUSIÓN**





## 7.1. Discusión sobre el material y método empleado.

La búsqueda de publicaciones relacionadas con programas orientados a la prevención y al tratamiento de las lesiones de caries en pacientes con necesidades especiales demostró poca literatura comparable debido a su gran diversidad de diseño.

En la literatura científica actual muy pocos son los estudios prospectivos longitudinales con diseño *split-mouth* aleatorizado y randomizado sobre una cohorte de pacientes con diversidad funcional que incluya tratamiento restaurador con amalgama de plata, resina compuesta y ionómero de vidrio, evaluación de la supervivencia de los citados materiales y revisión de la calidad de la restauración con los criterios USPHS.

Tal y como aconsejan artículos de referencia para la realización de estudios clínicos controlados sobre materiales dentales (207), este estudio se basó en un diseño *split-mouth* randomizado (218).

En estos estudios a boca partida, las mismas divisiones constituyen las unidades experimentales asignadas aleatoriamente a los tratamientos y el mismo paciente sirve como su propio control (219).

El atractivo del *split-mouth* es la eliminación de gran parte de la variabilidad entre sujetos, lo que aumenta el poder del estudio (220).

En cuanto a la población del estudio, todas las personas seleccionadas acudieron a su revisión rutinaria a la Clínica Odontológica para Pacientes Especiales de Cruz Roja de Valencia, centro de referencia de atención odontológica al paciente con diversidad funcional, donde se encuentra personal especializado en el manejo de este tipo de pacientes. La exploración de cada uno de los pacientes participantes en el estudio fue realizada por un explorador único, Odontólogo Especialista en Pacientes Especiales y Odontología Hospitalaria.

Se empleó un espejo plano Hu- Friedy y sonda de periodoncia OMS, complementándose la exploración con la realización de registros radiográficos de aletas de mordida o radiografía periapical para descartar lesiones de caries proximales. Este examen radiográfico obedecía únicamente a la necesidad de diagnóstico y tratamiento del paciente, no a la finalidad del estudio. Los resultados se incluyeron en su historia clínica (207) ya que en el caso de un diagnóstico positivo se incumpliría el requisito número 1 de los criterios de inclusión para dientes (véase apartado 5.2.1.2)

Información complementaria pero no menos importante era la que facilitaba el cuestionario CAMBRA (Caries Management by Risk Assessment). Éste proporcionaba al clínico el riesgo de caries del paciente, un dato que posee

un alto valor ya que esta evaluación es el primer paso en el tratamiento de la enfermedad (25-27). Todos los pacientes incluidos en este estudio se clasificaron dentro del grupo de alto riesgo, precisando diversas pautas para el control de la caries (véase tabla 2).

De todas las personas tratadas, 32 necesitaron ayuda para mantener la apertura bucal durante las diferentes sesiones y 25 pacientes precisaron además estabilización protectora de cuerpo, brazos y/o piernas

Son diversos los autores que estudian y defienden estas técnicas de manejo de pacientes con baja colaboración (49), siendo un recurso útil en pacientes para quienes las técnicas tradicionales de orientación conductual no son suficientes (8, 221).

En cualquier caso, esta técnica es de naturaleza temporal, enfocada únicamente a completar con seguridad el procedimiento que desea llevarse a cabo y el grado de estabilización está determinado por las necesidades específicas de cada paciente, contando en cada caso con el correspondiente consentimiento informado (222, 223).

Además, se aboga por el uso conjunto de varias técnicas de manejo del comportamiento para tratar las necesidades dentales de cada paciente. Por lo general, resultará necesaria más de una técnica para el mismo individuo durante el transcurso de la visita (224).

Para Primeau y cols. (225), la comunicación enfocada a mejorar la conducta y colaboración puede ser complicada con pacientes con diversidad funcional, especialmente con aquellos pacientes que tengan una discapacidad intelectual.

No obstante, Chandrashekhar y cols. (50) defienden que esta comunicación ayuda a entablar una relación de confianza con el paciente que finalmente puede llegar a generar la cooperación necesaria. Las órdenes o acciones deben ser cortas, claras y simples, siendo igualmente importante mantener una buena comunicación continua durante todas las visitas.

En el presente estudio, tal y como se defiende en la literatura (46, 51), se plantearon citas lo más cortas posibles, a una hora temprana y sin esperas.

El abrebocas empleado en este estudio fue diseñado en la propia consulta, colocando gasas alrededor del mango de una espátula de alginato o escayola, cubriéndolas con esparadrapo que a su vez las afianza. Este tipo de abrebocas es fácil, rápido y económico de realizar y, en manos expertas, permite la exploración del paciente sin riesgo de lesiones ni en tejidos duros ni en blandos. Cuando se coloca en la boca del paciente, se hará en primer lugar con el diámetro mayor en posición horizontal paralelo al plano oclusal, girando posteriormente hasta dejar dicho diámetro en posición vertical, con lo que se

crea el espacio suficiente para poder explorar o trabajar en las arcadas del lado contralateral. Para mantener la estabilidad de la cabeza, el personal auxiliar entrenado la rodea por detrás, sujetándola con su brazo contra el reposacabezas del sillón dental (48).

No obstante, aquellos pacientes incluidos en el estudio contaban con un grado de colaboración mínimo requerido en los criterios de inclusión para pacientes (véase punto 5.2.1.1) para poder afrontar todas las sesiones de tratamiento y revisiones con éxito.

Todas las restauraciones se realizaron bajo aislamiento absoluto con dique de goma de látex de grosor medio y clamps Ivory® ya que lograr un buen aislamiento en la operatoria dental era esencial para que los resultados fueran predecibles y óptimos. Siempre que sea posible debe realizarse aislamiento absoluto con dique de goma para disminuir la contaminación salival y reducir el riesgo de aspiración de instrumentos y materiales (226).

Como materiales restauradores, se optó en primer lugar, por la amalgama de plata de partícula esférica non gamma 2 de fraguado regular, Tytin® (Kerr), presentada en cápsulas predosificadas cuya mezcla se realizó siguiendo las instrucciones del fabricante (210).

La elección de este tipo de amalgama de plata venía motivada porque la fase gamma 2 producida en la reacción de fraguado de la amalgama, además de ser responsable de una pobre resistencia mecánica, presenta el problema de ser fácilmente corroible. Esto se evitó con el empleo de las amalgamas de alto contenido en cobre que serían los materiales de elección debido a sus mejores propiedades mecánicas, sus características de corrosión, mayor integridad marginal y mejor resultado mostrado en diferentes estudios clínicos (73, 75-77, 79).

Como segundo material restaurador, se escogió el composite nanohíbrido modelable TetricEvoCeram®BulkFill (Ivoclar Vivadent) junto con composite fluido TetricEvoFlow®BulkFill (Ivoclar Vivadent). Estos materiales forman parte de las últimas tendencias en odontología restauradora que corresponde a los composites de aplicación monolítica o de relleno masivo que permiten capas de hasta 4 mm (93, 109, 227, 228).

La combinación de TetricEvoCeram®BulkFill con base de TetricEvoFlow®BulkFill se debe a que en esta última resina se encuentra en su composición menor cantidad de relleno para que tenga una consistencia que haga que el material fluya fácilmente, se extienda de manera uniforme y se adapte íntimamente a la forma cavitaria. Ésta mejora la capacidad del clínico de

realizar una base cavitaria bien adaptada sobre la que se colocará TetricEvoCeram®BulkFill (83, 107).

La razón final de la elección de este tipo de resina compuesta obedece a diversos puntos clave anhelados por aquellos profesionales dedicados a la odontología restauradora en pacientes con diversidad funcional: simplifica la técnica, acelera la colocación de la restauración (previniendo de una posible contaminación), reduce el riesgo de espacios entre los incrementos, disminuye el tiempo final de tratamiento y limita la sensibilidad de la técnica (66, 105, 227).

Finalmente, el tercer material empleado fue el ionómero de vidrio restaurador autoadhesivo de autofraguado EQUIA® (GC) con forma de presentación en cápsulas predosificadas cuya manipulación se realizó siguiendo las instrucciones del fabricante (212).

El ionómero de vidrio se convierte en un material interesante para investigar debido a una serie de características únicas y ventajosas como sería la adhesión *per se* a la estructura dental, sus propiedades anticariogénicas por la liberación de fluoruro, compatibilidad térmica debido a los bajos coeficientes de expansión térmica similares a los de estructura dental, biocompatibilidad, baja citotoxicidad y fácil manejo (141).

En pacientes con alteraciones motoras, baja colaboración, problemas de apertura bucal, discinesias o tics y, en general, en los que no sea posible disponer de tiempo y de condiciones óptimas para la restauración dental con las técnicas habituales, puede convertirse en una alternativa altamente valiosa (71, 72, 226).

Tal y como se indicó anteriormente, la remoción de caries y preparación cavitaria para todos los dientes tratados se realizó con instrumental rotatorio. En el caso de los dientes obturados con ionómero de vidrio, según la literatura, se puede plantear la posibilidad de realizar la técnica de tratamiento restaurador atraumático (ART) (42, 71, 184, 191, 192, 229). Este procedimiento mínimamente invasivo consiste en eliminar el esmalte careado y la dentina blanda utilizando solo instrumentos manuales (137).

A diferencia de los métodos convencionales, esta técnica es poco amenazante para el paciente, pues al no ser doloroso raramente requiere anestesia, pudiendo aplicarse más fácilmente en personas ansiosas, miedosas y/o poco colaboradoras (226). También puede ser interesante en aquellos pacientes que experimentan ansiedad o fobia a los ruidos de los instrumentos rotatorios (226). Sin embargo, la mayor desventaja del uso de esta técnica es el tiempo necesario para una remoción eficaz de la caries. Algunos autores afirman que el tiempo invertido para la preparación cavitaria es el doble (230).

Es por este motivo por el que se optó por el uso de la técnica convencional con instrumental rotatorio y disminuir así el tiempo total de tratamiento al que era sometido cada uno de los pacientes.

Una de las motivaciones a la hora de atender a los pacientes era que el tiempo total de sillón fuese el menor posible para evitar que el propio cansancio pudiera convertirse en motivo de una disminución o cese de la colaboración. En relación con esta cuestión se encuentran los tiempos de manipulación para cada uno de los materiales empleados.

De este modo, la amalgama de plata tiene un tiempo de fraguado inicial de 8 minutos, lo que obliga al operador a tener completada la obturación en este tiempo.

El tiempo de trabajo del ionómero de vidrio EQUIA® es de 1 minuto y 15 segundos. Pasado este periodo, el material alcanza una consistencia tal que impide su manipulación, pudiendo realizarse el pulido final tras 2 minutos y 30 segundos desde el inicio de la mezcla (212).

Finalmente, para la resina compuesta, no se pudo establecer un tiempo concreto ya que al ser un material fotopolimerizable, éste fraguará al aplicarse la luz de fotopolimerización. El tiempo total requerido variaba mucho entre pacientes ya que dependía directamente del nivel de colaboración, grado de apertura bucal, existencia o no de movimientos de cabeza, extremidades y/o cuerpo que limiten la acción del operador, mantenimiento del dique de goma y acceso al diente a tratar.

En cuanto a las sesiones de control que se llevaban a cabo a los 3 meses (T1), 6 meses (T2) y 12 meses (T3), como ya se explicó con anterioridad, no solo se realizaba una exploración clínica y recogida de datos, sino que se tomaban fotografías de la restauración, incluidas las estructuras circundantes y parte de los dientes adyacentes como método de reevaluación indirecta.

Una segunda valoración empleando la fotografía se considera un recurso muy útil y necesario ya que partir únicamente de la revisión directa puede ser insuficiente para distinguir cambios tempranos. El método de fotografía digital revela un aumento significativo en el número de defectos detectados (209, 231).

Otras ventajas importantes a la hora de utilizar imágenes es que permite un mayor tiempo de evaluación y en condiciones estables, lo que no siempre es posible en un examen clínico directo, sobre todo con pacientes menos colaboradores (232). Además se mitigan los efectos de los problemas visuales relacionados con la fatiga del examinador, aumentando la precisión (231).

Con respecto a la manipulación de dichas fotografías, es importante recordar que las imágenes dentales son documentos legales. Por lo tanto, la

manipulación debe mantenerse al mínimo, procurando que la imagen original no se altere hasta el punto de ocultar patología o alterar la situación clínica para camuflar lo que estaba presente en la cavidad bucal. Es aceptable alterar la exposición, la orientación o recortar partes extrañas y, de hecho, deseable para visualizar la situación clínica real en el momento de tomar la fotografía (232).

El estudio de Moncada y cols. (209), remarca que con la fotografía se pueden detectar defectos que pasan desapercibidos clínicamente, especialmente para los parámetros de adaptación marginal, forma anatómica y tinción de márgenes. Sin embargo, no establecen si esta situación corresponde a una sobredetección o si constituye una evidencia de las limitaciones de la evaluación clínica.

En el presente estudio, se ha podido confirmar este hecho ya que en la valoración de la estabilidad del color para el material EQUIA®, éste recibió en un primer momento un código Alfa en todos los dientes tratados en T1, T2 y T3. Sin embargo, tras la evaluación de los registros fotográficos, recibió la valoración de Alfa en todos los casos en T1 y T2, pero en T3 en un 97,1% continuó con código Alfa y un 2,9% con Bravo.

También en la tinción marginal se cambió la calificación tras revisar las imágenes. Con Tetric EvoCeram® BulkFill en el examen clínico en T1 no se apreció tinción en el margen en ninguna de las restauraciones, pero revisados los registros fotográficos se fijó un código Alfa a un 97,1% y Bravo a un 2,9% en este primer periodo. Posteriormente en T2 y T3 hubo concordancia entre examen clínico y fotográfico.

Con la amalgama de plata, en un primer momento todas las restauraciones en los tres controles recibieron la puntuación de Alfa, pero al revisar las fotografías se evidenció una ligera tinción del margen en la revisión de los 6 meses en un 2,9% de los casos (código Bravo) y lo mismo ocurrió con esa misma puntuación a los 12 meses en el 5,9% de la muestra.

Sin embargo, cabe señalar que una imagen es una representación bidimensional de una estructura tridimensional; por lo tanto, las fotos deben usarse solo como método de evaluación complementario (209).

Para suplir este punto, como parte de estas valoraciones a posteriori, era necesario obtener un modelo del diente tratado. Para ello se empleó la silicona de adición como material de impresión con cubeta parcial estándar metálica. Un análisis comparativo no reveló diferencias en la precisión entre las cubetas individuales y las convencionales (207).

Para la elaboración de un modelo fiable, se perseguían varios requisitos con el material de positivado: máxima precisión, reproducción del detalle fino, resistencia, dureza, resistencia a la abrasión, mínima expansión de fraguado y manipulación sencilla.

De este modo, se optó por el uso de una resina epoxy (marca NOVOX® de Dynamic Abutment Solutions).

Algunos estudios demuestran para este tipo de material una reproducción del detalle superior (233, 234), defendiendo que puede leer, incluso, una línea estrecha de 1  $\mu\text{m}$ , estando por delante del yeso modificado con resina o del yeso tipo IV (235).

Son utilizados con éxito en los laboratorios dentales por su gran resistencia a la abrasión, pudiendo confiar en estos materiales con respecto al cambio dimensional. Se ha observado una contracción de fraguado del 0,1 al 0,2% sobretodo a nivel axial (235-237). Esta contracción es comparable a la expansión de los yesos tipo IV y tipo V más comúnmente utilizados en los laboratorios para trabajos de precisión (233, 234).

Las evaluaciones clínicas deben realizarse a intervalos regulares preestablecidos. En cada visita de revisión, el sujeto debe ser reevaluado con respecto a los criterios de inclusión y exclusión y todos los registros deben verificarse cuidadosamente para comprobar que sean correctos, incluidas las fotografías e impresiones / réplicas (207).

En 1971, Cvar y Ryge (214) propusieron cinco criterios para la evaluación clínica de las restauraciones dentales: estabilidad del color, tinción del margen cavo superficial, forma anatómica, adaptación marginal y presencia de nuevas lesiones de caries. La coincidencia de color se juzgaba únicamente en aquellas restauraciones no metálicas.

Estos criterios y sus escalas fueron diseñadas con el objetivo de medir clínicamente los aspectos más importantes de los materiales restauradores para que los examinadores pudieran ver la evolución en el tiempo y ayudar en la toma de decisiones.

Para cada categoría, diferentes niveles permitieron calificar la restauración de la siguiente manera: A (Alfa) restauración que es clínicamente ideal, B (Bravo) restauración que muestra desviaciones menores del ideal pero es aceptable, C (Charlie) restauración que debe repararse por razones preventivas para evitar la probabilidad de daños futuros y D (Delta) restauración que requiere reemplazo inmediato (214).

Estos criterios fueron revisados en 1980 y fueron denominados “criterios de Ryge modificados” o “criterios modificados del Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos (criterios USPHS)” (215).

Posteriormente, en 2007, Hickel y cols. (207) propusieron un nuevo sistema basado en tres categorías: estética, funcional y biológico con la finalidad de poder detectar de forma más sensible y precoz posibles fallos en las restauraciones. Un año más tarde, en 2008, se consideraron como "Criterios Estándar" (214) y se recomendó su uso en ensayos clínicos que evaluaran restauraciones dentales en términos de materiales (207).

Para cada estudio, no resulta necesario adoptar todos los parámetros, sino que, dependiendo del objetivo del estudio, algunas categorías podrían no ser aplicables y se permitiría su omisión. Por ejemplo, las propiedades estéticas en restauraciones de amalgama de plata. También sería prescindible el grado de movilidad del diente o la profundidad de sondaje ya que no tienen un gran impacto en la longevidad de la restauración en sí, sino que reflejan el estado del entorno oral (207).

Para escoger los criterios del estudio que nos ocupa, algunos de los parámetros propuestos por Hickel y cols. (207) no eran aplicables. Por ejemplo, dentro del grupo de las propiedades funcionales, existe un criterio que tiene en cuenta la satisfacción del paciente con la restauración: "el agrado del paciente con respecto a la estética, comodidad masticatoria, dolor / hipersensibilidad, facilidad para limpiar la restauración con cepillo de dientes / hilo dental, sangrado gingival u otros problemas como la detección de la restauración con la lengua". Estos datos son difíciles de recopilar en pacientes con necesidades especiales por diversos factores como por ejemplo la falta de comprensión de estos conceptos, falta de comunicación o diferencias en el umbral del dolor. Incluso el control de la vitalidad, dentro del grupo de propiedades biológicas, no sería concluyente por las mismas razones citadas anteriormente. Así pues, se optó por elaborar una escala ajustada a las características de la población del presente estudio (véase tabla 8) usando como base principal las categorías o códigos originales de los criterios de Ryge (215), adaptándolos a las descripciones más detalladas que ofrecían los criterios propuestos por Hickel y cols. aceptados por la FDI (207).

## 7.2. Discusión de los resultados.

Pocos son los estudios que cotejan los distintos resultados del tratamiento restaurador con diferentes materiales y/o técnicas en pacientes con necesidades especiales. A pesar de que esta rama de la odontología está ganando gradualmente reconocimiento como una especialidad por derecho propio en todo el mundo, todavía hay carencias en la atención a esta población.



Molina y cols. (238) en una revisión sistemática, concluyeron que la evidencia científica con respecto a la efectividad de las estrategias preventivas y terapéuticas para el manejo de la caries dental en personas con discapacidad era muy baja y eran necesarias más investigaciones de calidad.

La investigación clínica que involucra a la población con diversidad funcional es notoriamente difícil, tanto por el diseño, técnicas y protocolos en sí como en relación con las preocupaciones legítimas sobre el consentimiento informado.

Estos problemas pueden agravarse cuando se investigan enfoques terapéuticos alternativos que se pueden percibir como opciones de tratamiento de "segunda clase". Este punto de vista se expresó en una encuesta sobre las actitudes de los odontólogos de atención especial hacia el uso del ionómero de vidrio con una técnica restauradora atraumática, en la cual, el 30% de los encuestados percibieron esta técnica como "odontología de baja calidad" (239).

Este nuevo enfoque terapéutico mínimamente invasivo, fue propuesto por Frencken y cols. en 1996 (137) y consiste en la eliminación de tejidos dentales infectados por la caries mediante instrumentos manuales seguido de la obturación de la cavidad con un material restaurador adhesivo. El material de elección es un cemento de ionómero de vidrio de alta viscosidad que se adhiere a esmalte y dentina principalmente a través de enlaces con el calcio de la estructura dental (178).

Esta técnica ha sido ampliamente investigada durante años y ha demostrado un gran potencial en diversos estudios (71, 191, 240).

El argumento más citado que sostenía la afirmación anterior que convertía al ionómero de vidrio en una opción de "segunda clase" fue que la colocación de dicho material se realizaba en condiciones difíciles que podrían comprometer el resultado final (aunque se puede suponer que cualquier tipo de restauración es difícil de colocar en esta población cuando la cooperación es limitada).

Es cierto que la técnica restauradora con ionómero de vidrio requiere que el material sea colocado en una cavidad libre de saliva y, por lo tanto, esta respuesta podría estar relacionada con la concepción común de que la obturación con amalgama de plata es más "indulgente" con el medio (239).

Durante décadas, la amalgama de plata ha sido una gran aliada en prácticas restauradoras en pacientes con diversidad funcional (60) debido a su longevidad, sus buenas propiedades mecánicas, menor sensibilidad a la técnica y el éxito en pacientes con alto riesgo de caries (61).

Actualmente, a raíz de la Convención de Minamata de 2013, existe una reducción gradual en el uso de amalgama dental en el tratamiento restaurador

(65). Esta Convención sobre el mercurio es un tratado internacional legalmente vinculante que tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones de mercurio. En ella se abordaron aquellos productos con mercurio, incluida la amalgama dental, y se propusieron una serie de medidas para reducir gradualmente su uso (tabla 17).

Estas medidas refuerzan el enfoque propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS), según el cual se debe fomentar la prevención y en el caso de precisar tratamiento, éste debe ser multidisciplinar e individualizado (65). Este hecho catalizó el cambio del modelo restaurador que pasó del uso de materiales retenidos mecánicamente, como la amalgama dental, hacia una odontología preventiva y de intervención mínima que utiliza predominantemente sistemas adhesivos. Además, brindará la oportunidad de fortalecer la promoción de la salud bucal y la prevención de enfermedades bucales dentro de un modelo de servicio de salud integrado y centrado en las personas (82).

Sin embargo, es importante distinguir entre ofrecer materiales de calidad libres de mercurio como alternativas a la amalgama dental y sugerir que uno de estos materiales alternativos podría ser un reemplazo global para la amalgama dental. Todavía no se han publicado estudios sistemáticos a gran escala sobre los costos y beneficios económicos y sociales de los materiales de calidad sin mercurio, como los compuestos a base de resina o los cementos de ionómero de vidrio (82).

Se trata pues de un período de transición de un modelo convencional de odontología restauradora, a un modelo de salud oral orientado hacia la promoción de la salud y la prevención de enfermedades.

En 2015, la Comisión Europea solicitó al Comité Científico de Identificación de Riesgos Sanitarios Emergentes (del inglés *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks*, SCENIHR) que actualizara la opinión de este mismo comité de 2008 a la luz de los nuevos desarrollos y datos. El SCENIHR descubrió que los resultados de numerosos estudios que buscaban vínculos entre el mercurio derivado de la amalgama dental y varias enfermedades neurológicas, renales o psiquiátricas fueron contradictorias y no concluyentes (82).

La mayor dificultad fue encontrar una relación causal entre la amalgama dental y ciertas enfermedades ya que la exposición al mercurio generalmente se expresa como la cantidad total de mercurio en los fluidos corporales (principalmente orina) y no hay diferenciación entre las fuentes de exposición. El consumo de pescado fue la principal fuente de exposición al mercurio para el público en general, seguido de la amalgama dental (62).

<b>Medidas para reducir el uso de amalgama dental</b>
Promoción de la prevención de la caries dental
Impulsar el uso de alternativas sin mercurio rentables y clínicamente efectivas
Incentivar la investigación y el desarrollo de materiales de calidad sin mercurio para la restauración dental
Alentar a organizaciones profesionales representativas y escuelas de odontología a educar y capacitar a profesionales y estudiantes de odontología sobre el uso de alternativas de restauración dental sin mercurio
Restringir el uso de amalgama dental a su forma encapsulada
Promover mejores prácticas ambientales en las instalaciones dentales para reducir las emisiones de mercurio y compuestos de mercurio al agua y a la tierra
Fomentar políticas y programas que favorezcan el uso de alternativas de calidad a la amalgama dental para la restauración dental

Tabla 17. Medidas para reducir el uso de la amalgama dental. Convención Minamata, 2013 (65).

Por otro lado, los materiales alternativos a la amalgama también plantean preocupaciones sobre los efectos adversos ya que son químicamente complejos y puede ser difícil saber cuál es su composición exacta. Si bien los fabricantes deben evaluar la biocompatibilidad y el riesgo de efectos secundarios no deseados, faltan datos sobre la exposición y la toxicidad de los componentes de dichos materiales. De esta manera, considerando la falta de datos, no es posible proporcionar una declaración científicamente sólida sobre la seguridad de estos materiales (82).

En conclusión, el SCENIHR informa que la amalgama dental ya existente no se considera un riesgo para la salud de la población en general. En consecuencia, las restauraciones de amalgama existentes no deben eliminarse como medida preventiva, también teniendo en cuenta el pico transitorio de exposición asociado con el evento de eliminación. Además reconoció la necesidad de una mayor investigación y desarrollo de materiales alternativos de bajo costo con un alto grado de biocompatibilidad, a fin de reducir el uso de amalgama y la exposición a mercurio de pacientes y el medio ambiente, en línea con las intenciones de la Convención de Minamata (82).

En los últimos años, la industria dental ha promovido los cementos de ionómero de vidrio como sustitutos de la amalgama de plata. Los atributos favorables de los ionómeros de vidrio, como la adhesión a la estructura dental, la liberación de flúor, la biocompatibilidad y el bajo costo (129), explican el esfuerzo continuo para desarrollar este material.

Aun así, muchos odontólogos prefieren optar por técnicas "probadas y fiables" con las que se sientan seguros, fundamentalmente cuando se manejan pacientes con baja colaboración donde el operador debe ser rápido y eficiente y es posible que no pueda hacer un seguimiento o reemplazar las restauraciones fácilmente (239).

Si bien la evidencia actual sugiere la falta de apoyo a la hipótesis de que los cementos de ionómero de vidrio son inferiores a la amalgama de plata como materiales restauradores para los dientes posteriores permanentes, se necesitan más estudios (241).

La gran cantidad de datos excluidos y los diferentes resultados de metanálisis constituyen un indicador de las brechas en la investigación con respecto a los ionómeros de vidrio. Estas carencias fueron reflejadas por Mickenautsch S. (242) que expresó una falta general de ensayos para muchos temas relacionados con los CIV, así como un poder estadístico débil de los ensayos existentes debido al pequeño tamaño de la muestra. Se identificó una necesidad particular de más ensayos de tamaño de muestra adecuado para establecer la longevidad de la restauración y poder compararlo con materiales de referencia como la amalgama de plata.

En una revisión sistemática planteada por Ruengrungsom y cols. (194), se definió que el rendimiento clínico de la técnica atraumática con ionómero de vidrio fue satisfactorio pudiendo ser una opción restauradora alternativa para cavidades oclusales. La causa principal del fracaso de estas restauraciones posteriores de CIV fue la pérdida de adaptación y fractura del material.

Este enfoque está bien aceptado en niños (138, 240) y se ha recomendado como un posible protocolo de tratamiento entre pacientes con necesidades especiales al pensar que la técnica atraumática podría superar algunos de los desafíos a los que se enfrenta el odontólogo especialista en pacientes con diversidad funcional. Sin embargo, la evidencia de su efectividad en este grupo es muy débil (238, 243) y es necesaria la existencia de un ionómero de vidrio capaz de resistir el efecto del bruxismo, que a menudo se observa en pacientes con necesidades especiales. Dicho ionómero de vidrio debe tener un tiempo de fraguado rápido, gran resistencia a la fractura y debe mostrar una alta resistencia a la compresión y a la flexión después del fraguado inicial (72).

En comparación con las obturaciones convencionales con amalgama de plata del mismo tamaño, tipo de dentición y período de seguimiento, las restauraciones de ART con CIV de alta viscosidad parecen ser igualmente exitosas, y su tasa de supervivencia puede incluso exceder el de la amalgama (184).

No obstante, estos hallazgos deben considerarse con precaución, y aún no se puede hacer una declaración concluyente sobre la superioridad de cualquier tipo de procedimiento sobre el otro (184).

En una actualización del trabajo de Mickenautsch en 2012 (244), se concluyó que la evidencia indicaba que la tasa de fracaso de las restauraciones de ionómero de vidrio de alta viscosidad con técnica atraumática no es más alta sino similar a la de la amalgama de plata después de períodos de más de un año.

Por otro lado, trabajos como el de Manhart y cols. (245), que tras comparar los resultados clínicos de diversos estudios y revisar las innovaciones hasta la fecha, acabó concluyendo que los ionómeros de vidrio de alta viscosidad se podrían considerar únicamente como restauraciones provisionales a largo plazo en cavidades posteriores que soportan estrés. Esta idea casa con la concepción de Gryst (60) que también defendió el uso del ionómero de vidrio en pacientes con diversidad funcional pero solamente en cavidades que no estén sujetas a una carga oclusal excesiva.

Esta afirmación se sustenta en estudios que observan el fracaso del ionómero de vidrio por fracturas del material debido a una resistencia inadecuada. Para solventar esta carencia, se comercializó el ionómero de vidrio reforzado con partículas de plata que mejoró sus propiedades mecánicas, aumentó su resistencia, así como la radioopacidad a expensas de sus propiedades estéticas (97, 246).

La modificación de los CIV con resinas fue diseñada para desarrollar mejores propiedades físicas a la vez que estéticas (mejoras en la translucidez) siendo similares a las de los composites, al tiempo que se conservan las características básicas de los cementos de ionómero de vidrio convencionales (126, 246).

Un estudio de Molina y cols. (72), evaluó la resistencia a la tracción (RT), resistencia a la flexión (RF) y resistencia a la compresión (RC) de diferentes CIV, enfocándolo en la aplicación posterior como técnica restauradora en pacientes con necesidades especiales.

El sistema EQUIA® mostró las puntuaciones medias más altas en las tres pruebas, seguido por las de Chemfill Rock®, mientras que el Fuji IX Gold Label® y Ketac Molar Easymix® obtuvieron las puntuaciones medias más bajas.

Tanto el sistema EQUIA® como Chemfill Rock® tuvieron puntuaciones medias más altas y estadísticamente significativas para las tres variables en comparación con Fuji IX Gold Label® y Ketac Molar Easymix® ( $\alpha = 0,05$ ).

Concretamente, EQUIA® tuvo una puntuación media superior y estadísticamente significativa para RT y RF que Chemfill Rock® ( $\alpha = 0.05$ ).

En general, los resultados mostraron que los dos ionómeros de vidrio encapsulados tenían valores significativamente más altos para las tres propiedades mecánicas probadas que los dos ionómeros de vidrio mezclados a mano.

Esto podría deberse a la relación polvo-líquido, al número de elementos porosos o huecos en las mezclas a mano y a la precisión del operador al insertar el material en la cavidad (247, 248). El uso de ionómeros de vidrio encapsulados anula el efecto de esa variable extrínseca que puede afectar al resultado final (249) ya que permite una dosificación y mezcla uniforme, proporcionando al operador unas propiedades optimizadas.

En general, la mezcla mecánica reduce los tiempos de trabajo y fraguado de los materiales restauradores encapsulados (247). Además, en la técnica de mezcla manual de un cemento, si no se aplica una fuerza suficiente en el espatulado, se forman aglomerados en lugar de producir una distribución uniforme de las partículas de polvo. Se ha visto que estos aglomerados de polvo contienen huecos o poros que podrían manifestarse como lugares de inicio de grietas cuando el material es sometido a tensión (250).

Sin embargo, para aquellos ionómeros de vidrio de baja viscosidad usados para cementado, la mezcla mecánica puede ocasionar una incorporación de aire, obteniéndose así mayor porosidad y un material más débil. En este caso, cuando el mismo producto se mezcla a mano, la resistencia resultante es mayor que la del mismo material mezclado de forma mecánica (247).

Otros autores defienden que, para los ionómeros de vidrio con mayor viscosidad, el método de mezcla tiene un efecto menor sobre la porosidad y las propiedades mecánicas (167).

Por otro lado, la resina de nanorelleno que forma parte del agente de recubrimiento añadido a la superficie del ionómero de vidrio EQUIA®, puede haber contribuido de forma significativa al aumento de la resistencia del material a las fuerzas mecánicas. Esta suposición está respaldada por los resultados de un estudio in vitro (169) que evaluó la influencia de una capa de resina (G-Coat Plus) sobre el material restaurador. Las muestras recubiertas tenían una resistencia a la flexión significativamente mayor (26,1 MPa) en comparación con las muestras sin recubrimiento (22,1 MPa). Éstas, además, mostraron mayor desgaste.

Al examen con microscopio electrónico se comprueba que el revestimiento sella de forma eficaz tanto las porosidades superficiales como las grietas (251).

Bonifacio y cols. (169) también midieron la resistencia a la flexión (RF) y el desgaste de muestras recubiertas y no recubiertas. La RF de las muestras sin

recubrimiento fue de 20,2 MPa, en comparación con 34,9 MPa para las muestras recubiertas, y el desgaste fue significativamente menor para las muestras recubiertas.

En términos generales, suele defenderse que el desgaste oclusal de los CIV es mayor en comparación con otros materiales de restauración, como la amalgama de plata y el composite, además de poseer una menor resistencia a la fractura (129, 252).

Diversos estudios y pruebas in vitro han demostrado una influencia positiva del recubrimiento de resina de nanorelleno, recomendando su uso antes de que el ionómero de vidrio se contamine con agua, optimizando así su resistencia mecánica (171, 251) y mejorando sus propiedades estéticas (169, 171).

Con todo ello, el estudio de Molina y cols. (72) finalmente concluye que se puede aplicar el sistema EQUIA® como material de restauración para el tratamiento de caries en personas con diversidad funcional e incluso que estos ionómeros de vidrio encapsulados pueden contribuir a un aumento en las tasas de supervivencia de las restauraciones de superficie múltiple tanto en dientes temporales como en permanentes.

En el presente estudio, la supervivencia a los 12 meses post-tratamiento del ionómero de vidrio EQUIA® fue del 100%, de la misma manera que la amalgama de plata Tytin® que también fue del 100%. Por otro lado, la resina compuesta Tetric EvoCeram® BulkFill obtuvo una tasa de supervivencia del 97,1%.

La supervivencia para el ionómero de vidrio EQUIA® es mayor que la encontrada en otro estudio con pacientes especiales de Molina y cols. (42), la cual fue del 98,4% a los 12 meses con el uso de la técnica atraumática. Sin embargo, en ese mismo estudio se observó una supervivencia del 97,8% a los 6 meses y 91,3% a los 12 meses cuando se empleó la técnica convencional con el sistema rotatorio. El fracaso de las restauraciones se relacionó con defectos marginales que no pudieron ser corregidos o bien fue debido a fracturas en la restauración que obligaron a su reemplazo.

Un hecho que puede debilitar la metodología del estudio de Molina y cols. es que la asignación del material restaurador no fue de forma aleatorizada y además no se contempló la limitación a un solo grupo de dientes (posteriores o anteriores). Por otro lado, si que tuvieron en cuenta la distinción entre cavidades simples y complejas y dentición temporal o permanente.

Aun así, en términos de uso de cementos de ionómero de vidrio específicamente en la población con necesidades especiales, se une a los resultados reportados

por Gryst y Mount (60) quienes usaron cementos restauradores de ionómero de vidrio de alta viscosidad (convencional y resina modificada) en 174 pacientes con necesidades especiales. Sin embargo, los procedimientos clínicos no se estandarizaron en este estudio, por lo que los resultados son difíciles de generalizar y concluyeron que el ionómero de vidrio podría resultar útil para restaurar aquellas cavidades que no estuvieran sometidas a una carga oclusal excesiva.

En una reciente investigación (192) se evaluó la tasa de supervivencia a los 3 años del tratamiento restaurador atraumático (ART) y las restauraciones de resina compuesta colocadas en personas con diversidad funcional.

En los dientes permanentes posteriores, las tasas de supervivencia acumuladas a los 3 años para las restauraciones de una sola superficie fueron 98,8% para ART y 100% para composite. En el primer año, las restauraciones de IV tuvieron un éxito del 100%.

En otros estudios clínicos en dientes permanentes utilizando equipo rotatorio y el sistema EQUIA<sup>®</sup>, también mostraron altas tasas de supervivencia, a los 4 años para las restauraciones de una sola superficie fue del 98,8% (253) e incluso del 100% (170).

Un nuevo y reciente estudio de Molina y cols. (254) aportó más datos de la supervivencia del IV en pacientes con necesidades especiales.

Se encontró una diferencia significativa en los porcentajes de supervivencia de todas las restauraciones ART con ionómero de vidrio y de resina compuesta después de 5 años de servicio. Las primeras sobrevivieron más tiempo.

Este es un resultado importante ya que el ensayo se diseñó para investigar un nuevo concepto de tratamiento en la atención de personas con diversidad funcional.

Se concluyó que las restauraciones de ionómero de vidrio de alta viscosidad colocadas con el método ART en la consulta muestran una mayor longevidad que las restauraciones convencionales de resina compuesta en pacientes con necesidades especiales.

Sin embargo, se encontró un cambio en el porcentaje de supervivencia para la resina compuesta colocaba bajo anestesia general ya que en este caso el éxito era mayor.

A esta misma conclusión llegaron Friedl y cols. (255) que tras analizar los resultados de su estudio clínico retrospectivo, sugieren que EQUIA<sup>®</sup> funciona de forma satisfactoria en cavidades de clase I en dientes permanentes. De hecho, de las 151 restauraciones de EQUIA<sup>®</sup> que se evaluaron a los 2 años, ninguna de ellas fracasó.



En el estudio randomizado de Gurgan (170), después de cuatro años, las tasas de éxito para las restauraciones de clase I de EQUIA® en dientes posteriores permanentes fue del 100%. Únicamente fracasó un 7,7% en las restauraciones de EQUIA® en obturaciones de clase II.

En un seguimiento posterior de Gurgan y cols. (256) a los 10 años, siguieron sin observar ningún fracaso en las restauraciones oclusales de ionómero de vidrio. Con el paso el tiempo, no se observaron cambios significativos en la forma anatómica, caries secundaria, sensibilidad postoperatoria, rugosidad de la superficie y retención de la obturación para ninguno de los materiales de restauración. Se concluyó que no existían diferencias entre las restauraciones de ionómero de vidrio y la resina compuesta.

Los resultados de diferentes ensayos clínicos demuestran propiedades aceptables de los cementos de ionómero de vidrio de alta viscosidad en comparación al composite en restauraciones de una o varias superficies en dientes permanentes posteriores (170).

Un artículo que recopila los datos existentes sobre el comportamiento clínico de los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina desde su introducción, defiende que en general, este material funciona correctamente en boca en términos de retención, no siendo un problema las caries secundarias o la sensibilidad posoperatoria (257).

Sin embargo, se suele remarcar la necesidad de más investigación clínica a largo plazo para establecer datos más firmes en cuanto a sus características marginales, propiedades superficiales y estabilidad del color (257).

Las actitudes hacia la provisión de tratamiento restaurador en adultos con necesidades especiales están evolucionando. Las publicaciones más antiguas afirman que la amalgama es el material de restauración más apropiado para restaurar los dientes permanentes posteriores en personas con discapacidad física o intelectual (254).

Tal práctica aún prevalece, como revela una encuesta retrospectiva de los procedimientos restauradores realizados bajo anestesia general en pacientes con necesidades especiales (258).

Caplan y cols. (259) estudiaron las restauraciones dentales colocadas en una clínica para pacientes adultos con necesidades especiales y vieron que dos factores solían asociarse de forma más frecuente a una menor longevidad: obturaciones en sectores posteriores y restauraciones más grandes. Siendo la vida media en general de 6,2 años. Sin embargo, no vieron asociación entre la longevidad de la restauración con otros factores informados en estudios

anteriores como, por ejemplo, material de restauración (80) o el tipo de diente (104).

Algunos autores apuntan a que parte de la población adulta con necesidades especiales, pueda tener una fuerza masticatoria algo deteriorada asociada a enfermedades sistémicas que podría reducir las diferencias en estudios de fracaso de las restauraciones (260).

En contraposición, cabe añadir, que es probable que los hábitos de bruxismo de algunos pacientes con diversidad funcional jueguen un papel importante en el desarrollo de la fatiga en el complejo de restauración-diente, lo que resultará en fracturas a largo plazo. La fractura del propio diente y de la restauración también son razones importantes para el fracaso final de la restauración (104).

El resultado de una encuesta realizada por Mjör (261), informó de una longevidad media de 9 años para restauraciones de amalgama de plata, 6 años para el composite y poco más de 3 años para el ionómero de vidrio. El diagnóstico clínico de caries secundaria (50%) y fractura de la restauración (29%) fueron en general, los principales motivos de fracaso.

El estudio de Burke y cols. (262) que abordaba las causas de reemplazo de las restauraciones, coincide con Mjör en que la caries secundaria fue la razón más común para el reemplazo de restauraciones de amalgama y composite. Las restauraciones de ionómero de vidrio fueron reemplazadas con mayor frecuencia debido a una peor integridad del margen. En general, se encontró una longevidad mayor en las restauraciones de amalgama de plata en contraposición al ionómero de vidrio o composite. Concretamente, Burke define un período de 8,3 años de vida media para la amalgama de plata, 5,7 años para composite y 3,9 años para el ionómero de vidrio. Añadieron además que el ionómero de vidrio se utilizó en pacientes con mayor actividad de caries y en pacientes con una mala higiene bucal.

Opdam (61) defiende que el riesgo de caries de los pacientes juega un papel importante en la supervivencia de la restauración. En el grupo de alto riesgo, las restauraciones de composite y amalgama mostraron un rendimiento comparable, pero para los grupos de riesgo moderado y bajo, las restauraciones de resina compuesta mostraron una mejor supervivencia a los 12 años. En este estudio no fueron contempladas las restauraciones con ionómero de vidrio.

Kopperud (263), en un estudio de la longevidad de materiales restauradores para sectores posteriores, compara la tradicional amalgama de plata con la resina compuesta y concluye que ésta última fracasa antes.

Nuevamente, la caries adyacente a la restauración es el motivo principal de fracaso de ambos materiales, 74% para composite y 64% para amalgama.

Sin embargo, Demarco y cols. (104) defienden que para la resina compuesta, la principal causa de fracaso identificada fue la fractura (restauración o diente), seguida de la caries secundaria. En una revisión anterior a este estudio, se pudo ver que los fracasos tempranos estaban estrechamente relacionados con las fracturas, mientras que los estudios con largos períodos de observación mostraron una tendencia a encontrar más fracasos relacionados con la caries (264).

Jokstad y cols. (265), encontraron una longevidad mayor para las restauraciones de amalgama de plata, que se encontraba entre los 12-14 años en comparación con los 7-8 años para las restauraciones de resina compuesta.

Hasta la fecha, no se ha informado que el rendimiento clínico a largo plazo de la resina compuesta sea tan bueno como la amalgama en las restauraciones posteriores de alta carga (61, 186, 266, 267).

Hickel y Manhart (268) compilaron datos acerca de la longevidad de los diferentes materiales restauradores y ofrecieron las tasas anuales de fracaso en las restauraciones posteriores que soportan tensión: de 0% a 7% para restauraciones de amalgama, de 0% a 9% para composites directos y de 1,4% a 14,4% para ionómeros de vidrio.

La conclusión de un metanálisis en el que se estudió la longevidad del composite en sectores posteriores fue que la resina compuesta muestra una buena supervivencia, con tasas de fracaso del 1.8% a los 5 años y del 2.4% después de 10 años de servicio (269).

Después de siete años de seguimiento, Bernardo y cols. (186) concluyen que la tasa media anual de fracaso de las restauraciones posteriores de composite fue significativamente más alta que la de las restauraciones de amalgama, y la tasa de supervivencia fue significativamente menor (94% amalgama, 86% composite). El motivo principal del fracaso para ambos materiales fue la caries secundaria, seguida de la fractura.

Añade que el riesgo de fracaso debido a caries secundaria fue 3,5 veces mayor en las restauraciones de composite que en las de amalgama. El riesgo de fracaso por fractura fue igual en ambas.

Incluye otro dato de interés y es que cuando el operador está frente a un medio poco apropiado para utilizar métodos adhesivos con garantías y las condiciones

son insuficientes para ejecutar un composite altamente sensible a la técnica; la amalgama parece ser el material de elección.

Varios estudios han indicado que la posición del diente en la boca o el tipo de diente afecta directamente la longevidad de la restauración. Las restauraciones en premolares muestran un mejor rendimiento que las de molares (270-273).

Además, se informó de un riesgo de fracaso dos veces mayor para las restauraciones en molares en comparación con los premolares (272).

Un estudio con un tiempo de observación de 22 años encontró que el riesgo de fracaso de las restauraciones colocadas en los molares inferiores es 3 veces mayor que el riesgo de fracaso en los premolares superiores (271).

Sin embargo, Opdam, en su estudio sobre grandes restauraciones de 3 o más superficies, no encontró diferencias entre la longevidad en molares y premolares (61).

Los hallazgos mencionados anteriormente pueden deberse a que las restauraciones colocadas en los molares están sometidas a mayores tensiones masticatorias que las restauraciones colocadas en los premolares. De manera similar, el tamaño de la cavidad, el tipo de cavidad y el número de superficies restauradas están relacionados con el riesgo de fracaso. En este contexto, las restauraciones de varias superficies, las caries extensas y las restauraciones de clase II tienen más probabilidades de fallar que las restauraciones de una sola superficie y de clase I (270-274).

De hecho, un estudio calculó que por cada superficie que se restaura, aumenta el riesgo de fracaso en un 40% (272).

Otras causas reportadas de fracaso de las restauraciones son: dolor, sensibilidad postoperatoria y razones estéticas. Son menos frecuentes, representando un 5% de las causas de reemplazo (104).

Se informa además de un aumento del riesgo de fracaso en pacientes con mayor número de dientes restaurados. Se puede considerar que estos pacientes tienen un riesgo elevado de desarrollo de la caries, lo que explicaría las mayores tasas de fracaso observadas en estos pacientes (267, 274).

Es probable que el tipo de paciente y el entorno bucal jueguen un papel importante en la supervivencia de las restauraciones dentales. Se ha demostrado que el riesgo de caries de los pacientes influye significativamente en la longevidad de las restauraciones (104, 269, 275).

### 7.2.1. Forma anatómica.

Como se comentó con anterioridad, cuando tratamos a pacientes con necesidades especiales, en algunas ocasiones, la oportunidad de modelar una anatomía oclusal ideal es bastante escasa. En esta situación, la forma anatómica de los materiales de restauración directos no es fundamental para el rendimiento del mismo (207) pero la pérdida de forma anatómica y el desgaste podría relacionarse con el deterioro del material, afectando a su longevidad (257). Si bien la importancia del desgaste para restauraciones de tamaño pequeño a mediano puede limitarse a la pérdida de la estética, se cree que las tasas de fracaso son más altas para restauraciones grandes, particularmente, aquellas que involucran las cúspides funcionales y en pacientes con bruxismo (276).

En una revisión reciente, se demostró que la amalgama de plata sigue siendo superior a todos los demás materiales examinados gracias a su naturaleza metálica (277). Aunque otras publicaciones concluyen que las resinas compuestas podrían reemplazarla ya que algunos composites tienen tasas de desgaste similares a la amalgama de plata (278).

Los primeros composites dentales de macrorelleno introducidos a mediados de la década de 1960 contenían grandes partículas de relleno y mostraban un desgaste rápido cuando se usaban en las superficies oclusales de los dientes posteriores (279). Con la introducción de composites que contenían partículas de relleno más pequeñas por debajo de 10  $\mu\text{m}$  a mediados de la década de 1980 y los composites de nanorelleno, micro / nanohíbridos más recientes, los problemas de desgaste se han reducido sustancialmente (279). Para algunos composites actuales, la tasa de desgaste en el área de contacto oclusal es similar a la del esmalte humano, es decir, 110-149  $\mu\text{m}$  durante tres años para composites en comparación con  $\sim 122$   $\mu\text{m}$  para esmalte (158, 280). Así pues, los composites con la moderna tecnología de relleno exhiben un desgaste menor (277).

Por otro lado, otros estudios revelaron que la composición de la matriz es un factor significativo que afecta a la tasa de desgaste. Los compuestos UDMA / TEDMA han mostrado un desgaste significativamente menor debido a su mayor grado de conversión y el desgaste se redujo significativamente a medida que aumentaba el grado de curado (158).

Publicaciones sobre el desgaste de los materiales dentales concluyen que los ionómeros de vidrio muestran un desgaste mucho mayor en comparación a la amalgama de plata y a la resina compuesta (281) y que los ionómeros reforzados con resina, a pesar de las mejoras, siguen exhibiendo cierta pérdida

de forma anatómica y desgaste de la superficie, particularmente a medio y largo plazo (257).

Sin embargo, otros autores no encontraron diferencias significativas en el cambio de forma anatómica entre el composite en relación con las restauraciones de ionómero de vidrio (261).

Se defiende que existe una correlación significativa entre el tamaño del relleno y la pérdida de volumen por abrasión y / o fractura. En algunos informes, el volumen original de la restauración de ionómero de vidrio reforzado con resina, se mantuvo en el 88,5% de las cavidades oclusales y la pérdida de volumen fue proporcional al tamaño de la restauración (255).

Friedl y cols. (255) concluyeron que el desgaste de las superficies oclusales de las restauraciones no fue un problema durante el período de evaluación. Únicamente se observó pérdida de volumen en aquellas restauraciones que involucraban las caras proximales y a las que no se les había protegido con el barniz fotopolimerizable G- Coat Plus.

En base a resultados de estudios de laboratorio sobre el desgaste a largo plazo, los autores sugirieron que los IV altamente viscosos pueden competir con las resinas compuestas si los problemas derivados del desgaste temprano consiguen dominarse (160).

Aquí entraría en juego el recubrimiento fotopolimerizable que protege al IV del desgaste abrasivo que puede ocurrir durante la etapa inicial hasta que el material se vuelve completamente maduro y resistente. Parece haber una clara tendencia hacia la protección contra el desgaste proporcionada por el barniz de recubrimiento (169, 171, 190).

Estudios in vitro sobre la profundidad de abrasión, han comprobado que, en la resina, fue la mitad en comparación a los ionómeros no recubiertos y casi la misma que el grupo de ionómeros de alta viscosidad encapsulados recubiertos. Concluyen así que la protección de la superficie proporcionada por EQUIA Coat® parece beneficiar en términos de desgaste (282).

En esta línea, estudios a 3 años, afirman que el rendimiento de las restauraciones de resina compuesta no fue sustancialmente diferente al de las restauraciones de ionómero de vidrio protegido con el recubrimiento (171).

Sin embargo, se ha informado de su desaparición después de un período de seis meses, dejando una superficie ligeramente más rugosa que el esmalte adyacente. Con el tiempo, estos recubrimientos se perdieron por el desgaste de la masticación oral, pero durante este período, los cementos se vuelven más resistentes a la variación del equilibrio hídrico y maduran completamente con la máxima resistencia mecánica (283).

En un estudio a 10 años, ni el composite ni el ionómero de vidrio estudiado necesitaron ser reemplazados debido a un desgaste clínicamente inaceptable. Ambos materiales de restauración mantuvieron sus características superficiales (256).

En publicaciones sobre las razones de fracaso de los tres materiales restauradores directos, el 12% de las obturaciones de ionómero de vidrio se reemplazaron por pérdida de la forma anatómica, el 9% en el composite y ninguna restauración de amalgama por este motivo (261). No se encontraron diferencias significativas entre el composite en relación con las restauraciones de ionómero de vidrio (261).

En un estudio de EQUIA® en cavidades de clase I (255), el volumen original fue conservado en el 88,5% de la muestra, el 7,7%, presentó una ligera pérdida de forma y volumen y un 3,8% una pérdida visible de la forma. Otros autores aportan resultados para IV en áreas oclusales con puntuaciones de 93,5% Alfa a los 6 meses y 6,5% Bravo. Manteniéndose a los 12 meses estos valores (196).

En el presente estudio, tanto la resina compuesta Tetric EvoCeram® BulkFill como la amalgama de plata Tytin® recibieron en el 100% de las obturaciones calificación de Alfa para todas las revisiones, no evidenciándose cambios en la forma de la restauración tras el período de 12 meses.

Los resultados obtenidos para la resina compuesta en clases I, está en línea con los datos aportados por Gurgan y cols. (170), donde exhibió características superficiales exitosas, con ausencia de desgaste significativo, puntuándose también como Alfa hasta la finalización de estudio a los cuatro años. En esta misma investigación, la calificación Alfa fue obtenida también por EQUIA®, en el 100% de las restauraciones. Sin embargo, en el presente estudio, un 8,8% sí difería ligeramente con respecto a la forma original, aunque no precisó ninguna intervención al no existir dentina expuesta y no estar comprometida la durabilidad y éxito de la obturación.

Por tanto, en nuestro estudio, el ionómero de vidrio EQUIA®, en T1 y T2, mantuvo una puntuación de Alfa. En T3, el 91,2% seguía manteniendo dicha calificación.

### 7.2.2. Estabilidad del color.

La estabilidad del color es una propiedad óptica que debe tenerse en cuenta al trabajar con materiales estéticos. El grado de estabilidad describe la capacidad de los materiales para resistir los cambios de color y puede verse afectada por factores sensibles al entorno, a la composición y a la técnica de colocación (284).

Un cambio en el color o en el tono también puede afectar a la translucidez, alterando aún más la estética inicial (285). La translucidez es una característica óptica importante de un material ya que le permite imitar la estructura del diente. Un cambio en la translucidez puede hacer que el ojo sea capaz de percibir la diferencia con el diente natural. Parece haber una correlación entre la tinción y cómo se ve afectada la translucidez. Cuantas más manchas se producen, menos translúcido se vuelve el material (285, 286).

La estabilidad del color y la translucidez de los materiales de restauración a base de resina son de particular interés debido a su susceptibilidad a las tinciones intrínsecas y extrínsecas (287, 288). Se ha informado que el vino tinto, café, té, zumos o cola pueden causar manchas intrínsecas y extrínsecas de los materiales a base de resina (287, 289, 290).

Los factores que afectan la tinción intrínseca incluyen el contenido orgánico, la cantidad de fotoiniciadores y el grado de polimerización (286).

La técnica de polimerización es otro factor principal que contribuye a la longevidad de una restauración estética. A medida que se activan los fotoiniciadores, un compuesto de resina se vuelve más translúcido después de la polimerización (291).

Por lo tanto, garantizar una polimerización suficiente es importante para la longevidad estética y la estabilidad del color (287, 289).

Los materiales a base de resina que contienen bisfenol A glicidilmetacrilato (Bis-GMA) o trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) pueden conducir a mayores tasas de absorción de agua debido a sus propiedades hidrófilas. Varios monómeros comunes que se encuentran en la matriz del material compuesto de resina tienen propiedades hidrófilas, que a menudo causan decoloración con el tiempo debido a la absorción de agua (286, 290, 292-294).

Las partículas de vidrio del relleno no absorben agua en la mayor parte del material, pero pueden absorber agua en la superficie. De modo que, una mayor cantidad de matriz de resina da como resultado una mayor absorción de agua y una unión más débil entre la matriz de resina y las partículas de relleno (292, 295). Una mayor absorción de agua puede disminuir la durabilidad de las



resinas compuestas al expandir la matriz orgánica, así como al hidrolizar el silano. La presencia de microfisuras en la matriz de resina como resultado de los efectos de hinchamiento junto con los espacios creados entre el relleno y la matriz de resina permiten la penetración del colorante y la decoloración de la restauración (292, 295).

Las manchas extrínsecas en el entorno oral pueden deberse a la adsorción y absorción de colorantes contenidos en alimentos y bebidas. La calidad de la superficie depende de la técnica de pulido (293).

En cambio, los estudios muestran resultados mixtos en la relación entre la rugosidad de la superficie y tinción. Lu y cols. (296) demostraron que existe una correlación positiva entre la rugosidad de la superficie y la tinción extrínseca, mientras que Bagheri y cols. (292) concluyeron que el acabado de la superficie no era importante para determinar la susceptibilidad a la tinción.

Si bien las manchas intrínsecas se consideran permanentes y obligaría al reemplazo de la restauración; las manchas extrínsecas pueden reducirse mediante el cepillado diario o eliminarse mediante el pulido en consulta (286).

Sulaiman y cols. (286) en su estudio sobre la estabilidad del color en restauraciones que contienen resina, experimentó mayor cambio de color en los ionómeros de vidrio reforzados con resina, mientras que la resina compuesta mostró el menor cambio de color. Añade que, con una polimerización eficaz, acabado y pulido adecuados, la longevidad estética será más favorable.

En el presente estudio no hay diferencias significativas en la evolución del color del ionómero de vidrio EQUIA® si lo comparamos con la resina compuesta. Tetric EvoCeram® BulkFill, recibió una valoración de Alfa en el 100% de los casos en T1, T2 y T3.

Estos hallazgos concuerdan con los resultados de Bayraktar y cols. (297) que para el mismo tipo de resina compuesta y el mismo periodo de seguimiento, el resultado final en cuanto a concordancia del color fue completa.

Por otro lado, en nuestra investigación, a los 12 meses el 97,1% de las restauraciones de EQUIA® mostraban una estabilidad de color óptima (código Alfa). El 2,9% de la muestra recibió un código Bravo en la última fase (T3) debido a que difería ligeramente del color inicial pero clínicamente era totalmente satisfactorio y no existió necesidad de intervención.

Este resultado es similar al obtenido en el estudio de Gurgan y cols. (170), en el que la concordancia cromática de EQUIA® después de un año de servicio

en clases I fue del 100% y en otro informe anual de las propiedades ópticas de EQUIA<sup>®</sup>, el 87,5% se calificó con un estado clínicamente bueno (298).

En términos de estética, los modernos cementos de ionómero de vidrio reforzados con resina pueden ofrecer propiedades ópticas superiores en comparación con los ionómeros convencionales. De hecho, la translucidez y el aspecto estético podrían estar relacionados con la aplicación de la capa de resina de nanorelleno sobre la superficie del material ya fraguado (253).

Sin embargo, diversos autores coinciden en que la falta de translucidez es un problema importante de las restauraciones de ionómero de vidrio.

En un estudio a largo plazo, el 24,6% de las restauraciones de IV mostraron cambios de color ya que fueron significativamente diferentes de los valores iniciales a los 10 años de servicio (256).

El dato más destacado para Gao y cols. (230) fue la escasa coincidencia de color para los IV, volviéndose más oscuras a lo largo del tiempo. A los 6 meses, el 95,5% se puntuó con código Bravo y a los 12 meses el 89,2% mantuvo esta calificación. Además, se remarcó que el desgaste del ionómero de vidrio fue más acentuado, lo que se tradujo en mayor rugosidad de la superficie que desembocó en la tinción del propio material y del margen de la restauración. Únicamente se informó de un fracaso en el grupo de restauraciones de ionómero de vidrio por este motivo.

La estabilidad del color para cualquier material de restauración es un elemento fundamental de la estética (257). Para los IV reforzados con resina si bien la coincidencia de color inicial puede haber sido favorable en relación con la estructura del diente, parece que estos materiales cambian con el tiempo. Esto puede estar relacionado con los cambios superficiales del material que se manifiestan en forma de pérdida de contorno anatómico y desgaste (257).

En contraposición, podemos encontrar publicaciones que defienden que las probabilidades de reemplazar una restauración de composite debido a un cambio en el color del material son más altas que las del ionómero de vidrio (261).

En otros estudios, el cambio en el color de la restauración fue significativamente mayor para los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina en comparación con otros materiales estéticos (299).

De manera similar, Loguercio y cols. (300) informan que el 86% de este tipo de restauraciones fueron calificadas como Bravo a los cinco años.

Diem y cols. (171) evaluaron clínicamente la coincidencia de color con la estructura del diente circundante y afirman que la de la resina compuesta

estudiada fue significativamente mejor que la del ionómero de vidrio (con o sin G-Coat Plus) al inicio y 1 año después. Sin embargo, a los 2 y 3 años, la coincidencia de color de todos los materiales se evaluó como "buena" en más del 80% de las restauraciones, sin diferencias significativas entre los materiales.

En consonancia con estos hallazgos, algunas publicaciones (171, 283) informan que el color de las restauraciones de IV mejoró con el tiempo a medida que maduraba el material. Incluso el cambio en la coincidencia de color a lo largo del tiempo en las restauraciones de ionómero de vidrio fue significativo. De un 25% de 'buena' coincidencia de color al inicio del estudio, fue aumentando hasta aproximadamente un 80% a los 3 años, mejorando la translucidez con el tiempo (171).

### 7.2.3. Tinción de la restauración y tinción marginal.

La evaluación de las características marginales de una restauración a lo largo del tiempo se utiliza como indicador del potencial de microfiltración y del mantenimiento o deterioro de la estética. Estas características pueden evaluarse utilizando parámetros como la decoloración marginal, integridad, adaptación, ya sea por sí solos o en combinación (257).

En cuanto a la valoración de las características superficiales, algunos estudios muestran como ciertas bebidas o alimentos pueden teñir y afectar a la estética de las restauraciones en general, volviéndolas susceptibles a las tinciones extrínsecas (287-290).

Además, en la calidad de la superficie, entra en juego la técnica de pulido (293), aunque los estudios al respecto muestran datos variados. Lu y cols. (296) afirmaron una relación directa entre la rugosidad de la superficie y la tinción extrínseca. En contraposición, otros informes concluyen que la calidad del acabado de la superficie de la restauración no es importante para determinar la susceptibilidad a la tinción extrínseca (292).

Aykent y cols. (301), en su investigación acerca de las diferentes técnicas de pulido, concluyen que la rugosidad de la superficie varía según la técnica de pulido y la composición del propio material. Encontraron relación entre la rugosidad superficial y la adhesión bacteriana. Por tanto, si se quiere disminuir la adhesión bacteriana, sería necesario disminuir la rugosidad.

En el presente estudio, para el ítem que valoraba la tinción de los tres materiales de obturación, fue la resina compuesta Tetric EvoCeram® BulkFill la que mostró un peor resultado. En T1 y T2 un 2,9% recibió denominación Bravo,

pero en T3, un 5,9% se calificó como Bravo y un 2,9% como Charlie. Esta valoración obligaba a una intervención: para Bravo fue necesario pulido con cepillo y pasta de profilaxis y los valorados como Charlie precisaron estratificación de nuevo material para su corrección.

Las causas que pudieron conducir a un peor comportamiento de la resina compuesta no están claras. Debido a la sensibilidad a la técnica de este material y tratándose de pacientes con necesidades especiales en los que la colaboración no es completa, podría deberse a un defecto en el pulido a los que podría sumarse (o no) factores relacionados con la dieta o medicación.

Cabe contemplar el dato aportado por Reis y cols. (302) que defienden que, para la resina compuesta, la rugosidad de la superficie y la susceptibilidad a las manchas están directamente influenciadas por la propia composición del material a parte del agente de pulido utilizado.

Los resultados de su estudio sugirieron que el composite microhíbrido se pule más fácilmente hasta obtener una superficie lisa menos susceptible a la tinción. La rugosidad superficial más alta se registra para las resinas compuestas que contienen partículas más grandes y que quedan reservadas para zonas de mayor estrés.

En el caso del ionómero de vidrio EQUIA<sup>®</sup>, en la revisión de los 3 meses, todas las restauraciones obtuvieron una puntuación de Alfa, mientras que en la revisión de los 6 y 12 meses el 97,1% mantuvo esta calificación y un 2,9% cambió a Bravo.

Este resultado es ligeramente superior al mostrado por Fotiadou y cols. (298) donde el material EQUIA<sup>®</sup>, durante el primer año, el 87,5% de la muestra se describió como un estado excelente y el 12,5% se definió como “correcto” sin necesidad de intervención. Finalizados los tres años del estudio, sufrió un deterioro en el brillo superficial debido a la tinción del material, aunque el resultado siguió siendo satisfactorio.

Sin embargo, para Gurgan y cols. (170) la calidad de la superficie de la muestra de EQUIA<sup>®</sup> se valoró con código Alfa, sin presentar ningún tipo de tinción tras 4 años en boca.

Por último, la amalgama de plata Tytin<sup>®</sup>, el 100% de las restauraciones recibió nivel Alfa en T1 y T2. No obstante, en T3 un 97,1% mantenía código Alfa y el 2,9% fue Bravo.

En otros estudios con amalgama de plata, se han encontrado valores Alfa a los 6 meses y llegados a los 12 meses, el 25% de la muestra cambió a Bravo donde se apreciaba un pequeño defecto o tinción (303).

De este modo, en el presente estudio, en la valoración de la tinción a lo largo del seguimiento existieron cambios pero fueron similares entre los 3 tipos de materiales.

Para el examen de la tinción marginal, la amalgama de plata sufrió una ligera tinción en el margen que pudo ser detectada gracias al análisis fotográfico. A los 6 meses un 2,9% de los casos se calificó como Bravo y a los 12 meses pasó a ser el 5,9%.

Datos similares se hallaron en el estudio de Kemaloglu y cols. (303) donde a los 6 meses, la amalgama de plata tenía un calificación de Alfa en el 100% de las restauraciones para el ítem tinción del margen. A los 12 meses, un 5% pasó a Bravo. En este mismo estudio, a los 6 meses, el 100% de la resina compuesta se puntuó con código Alfa y a los 12 meses, cambió a Bravo el 20%.

En la presente investigación, para la resina compuesta, en T2, un 5,9% de la muestra se valoró como Bravo y 2,9% Charlie. En T3 se repitió este mismo patrón requiriendo intervención.

De este modo, parece ser que EQUIA® fue el material que mejor se comportó en cuanto a tinción marginal ya que no se apreció ningún caso con tinción en el margen ni en T1 ni en T2. Sin embargo, en T3 se apreció un código Bravo en el 8,8% de la muestra.

Resultados similares se presentaron en un estudio a 4 años, en el cual, en el primer año, EQUIA®, recibió un código Alfa en el 92,3% de la muestra y Bravo en el 7,7% restante. Al final del estudio 91,6 % se calificó como Alfa, y Bravo en un 8,4% (170).

Una revisión posterior de este mismo estudio a los 10 años demostró un 84,2% código Alfa y 15,8% Bravo (256).

En otros artículos, se observa una tinción marginal "moderada" para el 4% de las restauraciones de IV al año de servicio. A los 2 años, el 9% de las restauraciones mostraron este mismo nivel de tinción (171).

Friedl y cols. (255), informaron que después de dos años en boca, solo una de las 151 restauraciones de EQUIA® colocadas, sufrió una distintiva tinción del margen. Un éxito tan evidente puede estar relacionado con el agente de recubrimiento fluido o Coat que crea una superficie regular y permite la protección de los márgenes (253).

Este recubrimiento fotopolimerizable es capaz de infiltrar la superficie y los márgenes de la restauración y, por tanto, es útil para superar los límites de resistencia a la abrasión y la aparición de grietas marginales de los IV más antiguos. El objetivo del agente de recubrimiento es formar una capa de resina

que selle y proteja tanto las áreas de restauración como la interfaz adhesiva entre la restauración y la estructura del diente (253).

De esta manera, además, en términos de estética, los cementos de ionómero de vidrio modernos pueden ofrecer propiedades ópticas superiores en comparación con los cementos de ionómero de vidrio convencionales (253). Sin embargo, para Pacifi y cols. (304), la superficie del IV revestida con la resina de nanorrelleno fotopolimerizable, mostró una rugosidad superficial similar a la de los no revestidos. Añade además un posible inconveniente a la hora de tratar a pacientes poco colaboradores y es que se requieren dos pasos adicionales para su uso: pincelar sobre la superficie del material y fotopolimerización.

Algunos investigadores encontraron que la integridad marginal y la decoloración durante tres años fue peor con los ionómeros de vidrio reforzados con resina en comparación con una resina compuesta (299). Sin embargo, Mjör, en su estudio sobre las causas de fracaso de las restauraciones, informa que la probabilidad de que una restauración de composite deba ser reemplazada por una tinción severa en el margen, es mayor que para el ionómero de vidrio (261).

En línea con esta afirmación, Burke y cols. (262) documentaron las razones que obligan al recambio de obturaciones durante un año y la decoloración o tinción marginal representó el 9% de los motivos para la resina compuesta y el 3% para el ionomero de vidrio.

Bayraktar y cols. (297) utilizaron para su investigación la resina compuesta Tetric EvoCeram® BulkFill y revisaron el material al año. Se puntuó como Alfa al 97,67% y un 2,33% Bravo, ya que esta parte de la muestra presentaba una decoloración marginal limitada. Este autor añade otro dato y es que la decoloración marginal suele deberse a los defectos que existen entre la restauración de composite y los márgenes de la cavidad que podrían estar causados por procedimientos inadecuados de colocación o acabado de la restauración, adhesión insuficiente y / o por fatiga. Además insiste en que hay que tener precaución al utilizar el composite de relleno en bloque (como sería Tetric EvoCeram® BulkFill) con incrementos de 4 mm ya que los composites en general generan tensiones al contraerse durante el proceso de fraguado, siendo estas tensiones mucho mayores en este tipo de composites, transfiriéndose a los márgenes de la restauración, afectando a la calidad de los mismos (297).

#### 7.2.4. Adaptación marginal.

Los desarrollos recientes en cariología indican que el desajuste marginal es un fenómeno importante que influye negativamente en el rendimiento de cualquier tipo de restauración (305, 306).

El deterioro marginal y la decoloración cavomarginal pueden ser factores pronósticos para fracasos futuros (217). En cualquier valoración, es necesaria una distinción entre la decoloración del margen, las fracturas del esmalte adyacente o la pared de la dentina, y la presencia de espacios o gaps en el material (207).

Según la literatura, la microfiltración está relacionada con los cambios dimensionales. Dichos cambios durante el fraguado modifican la estructura del material y pueden influir en la adhesión, contribuyendo así en gran medida a crear un desajuste marginal seguido de microfiltración (172).

Además, evaluar la morfología proporciona información sobre la calidad de la restauración en cuanto a su adaptabilidad a los márgenes de la cavidad (207).

A pesar de las mejoras en la formulación de nuevos agentes de unión para las resinas compuestas, con una mayor adaptación marginal y resistencia de la unión, todavía no se puede lograr un sellado marginal perfecto (268).

Para las restauraciones directas de composite, no solo la adaptación marginal, sino también la polimerización adecuada es importante para asegurar un comportamiento clínico adecuado (307).

La contracción por polimerización de los materiales de restauración activados por la luz ha sido objeto de estudio (174, 308, 309) ya que afecta directamente a su capacidad de adaptación y sellado. Se ha informado que la contracción de polimerización abarca de un 1,5 a 5% (310).

Este fenómeno es una consecuencia de la reducción de las distancias intermoleculares mediante la creación de enlaces covalentes simples entre los monómeros de resina durante la formación de la red polimérica. Este tipo de cambio volumétrico puede afectar de manera significativa a la adaptación de la restauración a la cavidad del diente, dando lugar a la formación de espacios y la consiguiente microfiltración (275).

Incluso cuando una obturación de composite proporciona un buen sellado de la cavidad sin espacios marginales, la contracción de la polimerización originada durante la colocación, combinadas con la carga mecánica cíclica de la función, pueden provocar fracasos en la interfase (311). De hecho, diversos autores hablan sobre la degradación de los márgenes de una restauración durante la carga mecánica cíclica (312, 313).

En la presente investigación, la resina compuesta fue calificada en el 100% de los casos a los 3 meses como Alfa, sin embargo a los 6 meses, el 2,9% obtuvo código Charlie precisando reparación. A los 12 meses, el 97,1% continuó con calificación Alfa y un 2,9% código Delta, lo que significó en este último, el reemplazo del material y colocación de una obturación nueva.

En un seguimiento clínico anual de Tetric EvoCeram® Bulkfill muy similar al nuestro (297), este material mostró un éxito del 100% en cuanto a adaptación marginal a los 6 meses pero llegados a los 12 meses, el 2,33% se valoró como Charlie.

Publicaciones sobre la adaptación marginal de este tipo de composites concluyen que el resultado clínico es satisfactorio siendo similar al de los composites convencionales (307, 314).

En cuanto a la amalgama de plata, en los resultados de nuestra investigación, a los 3 meses, en todos los casos mantuvo un contorno armonioso. A los 6 y 12 meses el 97,1% continuó como Alfa y un 2,9% se evaluó como Bravo.

Para Kemaloglu y cols. (303), la amalgama mantuvo en el 90% de los casos calificación Alfa al año de servicio, el 10% restante fue Bravo. En este mismo estudio, la resina compuesta se comportó de la misma forma con la misma tasa de éxito. Sin embargo, en una revisión posterior a los 3 años, el 85% de las restauraciones de amalgama continuaron como Alfa, siendo el porcentaje del composite algo menor con un 80% de valoración Alfa.

Para Mjör (261), el 11% de las causas de sustitución de una amalgama de plata fue por una mala adaptación o rotura marginal. Para el composite representa el 4% y para el ionómero de vidrio el 6%.

Para la muestra estudiada por Burke y cols. (262), la falta de adaptación marginal supuso el fracaso del 12% en la amalgama de plata, 18% en la resina compuesta y el 51% en los ionómeros de vidrio. Este informe es difícil de comparar con otros estudios ya que los datos de fracaso aportados son el conjunto de diferentes localizaciones y tamaños de las restauraciones. Por ejemplo, no se llevó a cabo una distribución ecuánime entre clases I y II ni fue equitativo el número de cavidades restauradas por tipo de material.

Algunos informes exponen que la probabilidad de fallos en la adaptación marginal aumenta con el tamaño de la restauración (255).

En el estudio que nos ocupa, el ionómero de vidrio EQUIA®, en la primera revisión, el 100% de las obturaciones mantuvieron una adaptación excelente,



únicamente el 2,9% de los casos fueron evaluados como Bravo a los 6 y 12 meses.

En un estudio retrospectivo sobre EQUIA® de Friedl y cols. (255), en cavidades de clase I, no se evidenciaron fallos en la adaptación marginal. Únicamente un 1,2% mostró desajuste marginal en el grupo de cavidades de clase II. En otra investigación, al año de colocación en boca, el 21,9% de las obturaciones de EQUIA® se desviaron del estado ideal, aunque clínicamente seguía teniendo un buen resultado sin necesidad de intervención (298).

En un estudio a 4 años, durante el primer año de servicio, la adaptación marginal para EQUIA® en clases I fue del 84,6% Alfa y 15,4 % Bravo. Al finalizar el seguimiento, siguió con Alfa el 81,5% de la muestra y Bravo el 18,5 % (170). Los autores también estudiaron las restauraciones de composite en los mismos períodos y para la adaptación marginal se valoró con 82% Alfa y 18% Bravo para clases I en el primer año y a los 4 años el 73,6% fue Alfa y 26,4% Bravo (256).

Se ha demostrado que los distintos tipos de ionómeros de vidrio sufren cambios dimensionales, siendo el fenómeno de contracción un parámetro a considerar (135, 172, 315, 316).

En el caso de estudios que evalúan la contracción de polimerización de materiales restauradores, defienden que los ionómeros de vidrio convencionales muestran menor grado de contracción que los ionómeros de vidrio reforzados con resina (173) y que el ionómero de vidrio modificado con resina presenta valores más altos de contracción si se compara con la resina compuesta convencional (174).

Aunque para Irie y cols. (308) todos los materiales estudiados exhibieron algún grado de formación de espacios marginales. El ionómero con refuerzo de resina y los composites, contraen de manera similar.

Como los CIV son enormemente sensibles a la hidratación, se piensa que el estrés por contracción puede ser total o parcialmente contrarrestado por la expansión higroscópica como resultado de la sorción de agua en la fase de pulido (172, 175).

Algunos autores defienden que los IV reforzados con resina son propensos a la absorción de agua debido a ciertos elementos en su composición, como por ejemplo HEMA y que este hecho compensa la contracción inicial (190).

En un estudio realizado por Hankins (176), los dientes restaurados con ionómero de vidrio que recibieron un recubrimiento con una capa de nanorrelleno fotopolimerizable, mostraron una mayor contracción. Este hallazgo puede ser

contradictorio, porque la aplicación del coat sobre la superficie del ionómero de vidrio evita la pérdida de agua.

Esto podría explicarse ya que las restauraciones sin recubrimiento absorbieron agua y se rehidrataron parcialmente durante un corto período de tiempo, mientras que los que se recubrieron no fueron capaces de incorporar agua. Esto puede dar lugar a que las restauraciones recubiertas estén más secas y, por lo tanto, exhiban una mayor contracción.

Paradójicamente, el revestimiento a base de resina nanofillizada se desarrolló para el objetivo opuesto y proteger al ionómero de vidrio en sus primeras etapas para que pudiera madurar y evitar la pérdida de agua, pero al mismo tiempo reduce la absorción de agua cuando la rehidratación pudiera ser beneficiosa para compensar los efectos de la contracción.

Sin embargo, Versluis y cols. (175), defienden que la expansión higroscópica no es necesariamente una propiedad favorable para contrarrestar la contracción. Esta expansión higroscópica duradera puede plantear un desafío estructural más serio para la supervivencia a largo plazo de un diente restaurado que la contracción de polimerización inicial.

Es evidente que existe una variación considerable en los resultados de las características marginales de los ionómeros de vidrio. Sin embargo, es importante tener en cuenta que es posible que no se realicen comparaciones directas en estos estudios, ya que varían en cuanto al tipo de márgenes, la ubicación de éstos, el tipo de IV utilizado, así como el estado inicial de la caries o de las cavidades. Aparentemente, los estudios más antiguos parecen tener peores resultados que los más actuales. Esto puede deberse a los diferentes materiales utilizados o la evolución del producto, ya que los fabricantes los reformulan y modifican constantemente para mejorar sus propiedades (257).

#### 7.2.5. Caries secundarias.

La recurrencia de patología previa o patología nueva en los márgenes de la restauración que no pueden aliviarse con una intervención menor, debe calificarse como un resultado inaceptable (207). La cavitación en el tejido dental adyacente indica caries secundaria establecida y, en consecuencia, la necesidad de una intervención quirúrgica, como reparación o reemplazo (207).

La detección de caries secundaria después de la colocación de una restauración puede deberse a uno o más factores que involucran el propio material, el paciente, la cavidad, el operador y la técnica (257).

Las recomendaciones de ICDAS pueden usarse para ayudar en el diagnóstico de la caries secundaria (37).

En el presente estudio no se encontró ninguna lesión de caries recurrente ni en T1, T2 y T3 para el ionómero de vidrio ni para la amalgama de plata. Todas las obturaciones con estos materiales se calificaron con código Alfa hasta la finalización del periodo de seguimiento.

Sin embargo, la resina compuesta, a los 6 meses, en el 2,9% de la muestra se observó una cavitación pequeña en el margen que pudo ser reparada (código Charlie). En cambio, a los 12 meses, el 2,9% de la muestra se calificó como Delta ya que se diagnosticó caries secundaria con dentina expuesta donde no era posible la reparación y fue imprescindible la sustitución de la obturación.

Para Mjör (261), el diagnóstico clínico de caries secundaria fue el principal motivo de sustitución de las restauraciones de composite, amalgama y ionómero de vidrio. En su estudio, la mitad de las restauraciones de amalgama y ionómero de vidrio fueron reemplazadas por esta causa y en el caso de las restauraciones de composite, más de un tercio fracasaron por las lesiones de caries recurrente.

En diversos estudios se ha informado que la caries secundaria es la razón más habitual de fracaso del tratamiento restaurador con materiales estéticos (272, 275, 317, 318). Por el contrario, en otras publicaciones se concluye que no se produjeron caries secundaria en ninguna de las restauraciones de resina compuesta o de ionómero de vidrio, incluso tras diez años de seguimiento (256).

Para Soncini y cols. (267), el reemplazo de una obturación debido a caries secundaria, era más frecuente para la resina compuesta en comparación con la amalgama de plata. De hecho, para Bernardo y cols. (186), el riesgo general de fracaso debido a caries secundaria fue 3,5 veces mayor en las restauraciones de composite que en las de amalgama de plata.

Moraschini (80) defiende que las restauraciones de amalgama de plata pueden reducir la aparición de caries secundarias al formar óxidos en el margen de las cavidades como resultado de la corrosión natural del propio material. Por otro lado, los resultados de una revisión sistemática exponen que, en los márgenes de un mismo tipo de restauración, en una misma dentición, las caries restauradas con ionómero de vidrio muestran menos lesiones recurrentes que las restauradas con amalgama de plata (193).

Se defiende que los materiales de ionómero de vidrio pueden inhibir la caries como resultado de su propiedad de liberación de fluoruro (143). Pero esta propiedad ha sido cuestionada en algunas ocasiones. Es el caso de un estudio llevado a cabo con Randall y cols. (319), en el que no se obtuvo evidencia

concluyente a favor o en contra de un efecto de tratamiento o inhibición de caries secundaria con el ionómero de vidrio.

Mount (320), en una reciente revisión de materiales de ionómero de vidrio, ha examinado estudios que evalúan la resistencia a la desmineralización y el desarrollo de caries alrededor de las restauraciones de ionómero de vidrio. Ha advertido que no se debe esperar una inhibición completa de la caries y que toda la odontología restauradora debe realizarse junto con las medidas preventivas ya conocidas.

A pesar de que la reacción de fraguado de los IV se ha estudiado extensamente, el proceso todavía no se comprende completamente. Existe un debate y una controversia considerable sobre varios aspectos, incluido si la reacción del fraguado continúa con el tiempo. Parece que la reacción química final para el fraguado completo del IV ocurre durante las siguientes 48 horas tras su colocación (135, 143), aunque la “maduración” final del cemento puede tardar varios meses debido a la lenta liberación de iones de aluminio de las partículas de vidrio. También es importante destacar que los iones de sodio y fluoruro no suelen estar involucrados en la reacción de fraguado, sino que estos iones permanecen sin reaccionar dentro de la matriz y se liberan gradualmente en el entorno circundante (134, 321).

Por esta razón, los CIV presentan una actividad anticariogénica terapéutica única, que se atribuye principalmente a la liberación de iones fluoruro y a sus propiedades tampón (322, 323).

Los ionómeros reforzados con resina no solo liberan fluoruro, sino que también pueden tener una mayor resistencia a la flexión y una menor solubilidad en comparación con los convencionales (324).

Una revisión sistemática concluye que los IV reforzados con resina están asociados a una mayor reducción de la desmineralización adyacente en situaciones de riesgo de caries si se compara con una resina compuesta (325). Incluso se ha descrito que estos materiales no parecen estimular o promover el desarrollo de caries hasta cinco años después de su colocación a pesar del aparente deterioro de la adaptación marginal a lo largo del tiempo que implicaría un potencial de microfiltración y todas las secuelas derivadas, incluida la caries secundaria (257).

Por otra parte, los procedimientos de pulido aplicados a los materiales de restauración pueden influir en la adhesión bacteriana al aumentar el nivel de rugosidad de su superficie y la energía libre. Además, hay alguna evidencia que muestra cómo la microestructura superficial de los materiales puede contribuir a la adhesión bacteriana y, en consecuencia, en la formación de biofilm (326, 327).

Sin embargo, aunque se requiere la formación de una biopelícula bacteriana para inducir caries secundaria, la presencia de la biopelícula por sí sola no garantiza la formación de una lesión cariosa (317, 328).

Los resultados de algunas investigaciones sugieren que no existe una relación entre la formación de biopelículas en los ionómeros de vidrio y sus propiedades superficiales, mientras que la liberación de fluoruro de éstos sí que contribuye a controlar la formación de biopelículas de bacterias como el *Streptococcus mutans* (329).

Un estudio sobre adherencia de *Streptococcus mutans* a la superficie de ionómeros de vidrio y resinas compuestas, mostró que el recubrimiento de resina adicional que posee EQUIA®, mejora la suavidad de la superficie y reduce la adhesión bacteriana (327).

Concluye que la adhesión de *Streptococcus mutans* no estaba relacionada con la rugosidad de la superficie y las diferencias en la morfología superficial de los distintos materiales estudiados no era la razón de la adhesión de *Streptococcus mutans*.

Por el contrario, otros estudios registraron que las superficies más rugosas unen más proteínas salivales y, en consecuencia, más bacterias. Concretamente, el ionómero de vidrio con un carácter superficial más áspero, unió más proteínas y bacterias que la resina compuesta (326).

En otras publicaciones que estudian la adherencia bacteriana entre resina compuesta y amalgama de plata, se han encontrado resultados diversos. Mientras que Beyth y cols. (330) afirman que la amalgama mostró un potente efecto antibacteriano, Motevasselian y cols. (331) no encuentran diferencias en la formación de una biopelícula en la amalgama de plata comparado con la resina compuesta. *Streptococcus mutans* no demostró diferentes tasas de adhesión en los materiales probados.

#### 7.2.6. Fractura y retención.

Las técnicas adhesivas modernas se basan en la premisa de que los materiales se adhieren a la estructura del diente y se retienen dentro de una cavidad. Por lo tanto, la retención es uno de los criterios más importantes que se utilizan a menudo para evaluar la longevidad de un material de restauración (257).

Los márgenes deben ser evaluados en busca de gaps, grietas, fisuras o incluso fracturas en el cuerpo del material restaurador (207).

Diferentes estudios indican que la caries secundaria y la fractura son las razones más importantes de fracaso para las restauraciones en sectores posteriores (80, 104, 265, 332).

Concretamente, para la resina compuesta, los fracasos por caries y fractura se producen de forma más frecuente después de un período de tres años (272).

Según informan algunas revisiones, la mayoría de los estudios a largo plazo (más de 10 años de seguimiento) mostraron una mayor incidencia de fracasos por fractura que por caries en las resinas compuestas (270, 271).

Otros autores concluyen que, en períodos de estudio de 1 a 4 años, las razones más comunes de fracaso de la resina compuesta son las fracturas, seguidas de defectos marginales y caries secundaria (264, 333).

Para períodos de estudio de más de 5 años, la caries secundaria y la fractura resultaron ser las razones predominantes con una distribución similar (333).

En publicaciones que evalúan la supervivencia y motivos del fracaso de la amalgama en comparación con la resina compuesta, exponen que el riesgo de fracaso por fractura fue igual para las restauraciones de amalgama y composite (186, 303).

En un análisis de las fracturas de los materiales restauradores directos (261) se mostró que las probabilidades de que se reemplazara una restauración de amalgama de plata en relación con una restauración de composite por este motivo no eran mayores. Sin embargo, las diferencias en la fractura masiva entre la amalgama y el ionómero de vidrio y entre las restauraciones de composite y de ionómero de vidrio sí fueron significativas, siendo siempre las de ionómero de vidrio las de menor probabilidad de reemplazo (261).

En otras publicaciones, la probabilidad de fractura es mayor para la amalgama de plata en comparación al composite (267).

Kopperud y cols. (263), denominan la pérdida de la retención de la restauración y fractura del material restaurador como segundo y tercer motivo de fracaso del composite, respectivamente.

Para las restauraciones de ionómero de vidrio, la fractura de las restauraciones, la fractura marginal, y la mala forma anatómica fueron las principales razones del fracaso, además de las caries secundarias (261, 332).

Se defiende que el aumento de la resistencia a la fractura lograda en los ionómeros de vidrio modificados con resina introducidos más recientemente hace que estos materiales sean menos propensos a la fractura marginal (262).

En un estudio de Mitsuhashi y cols. (334), se concluyó que los ionómeros de vidrio modificados con resina mostraron valores de resistencia a la fractura más altos (0,88 MPa) que el ionómero de vidrio convencional (0,37 MPa). La inclusión de componentes de resina juega un papel importante en la mejora de la tenacidad de los ionómeros de vidrio modificados con resina.

Klinke y cols. (188), aportaron que el tamaño de la cavidad es un factor determinante en el rendimiento de EQUIA®, ya que mostró mayores fracturas en cavidades más grandes y con mayor frecuencia en cavidades de clase II en comparación con las de clase I. Estos resultados concuerdan con los datos aportados por Friedl y cols (255) y Gurgans y cols. (170) donde la retención de EQUIA® a los 3 años fue del 100% para clases I y en las clases II el 96% recibió código Alfa.

En una revisión posterior de este mismo autor, también fue estudiada la resina compuesta en un período de 10 años. Para clases I y II, la retención final de la obturación fue del 100% (256).

Una de las evaluaciones longitudinales más largas de los ionómeros de vidrio reforzados con resina fue en una valoración a 13 años (335). Ésta mostró que dicho material ofrece la mejor retención y la tasa de fracaso anual más baja en lesiones cervicales no cariosas y sin afectación del esmalte. Esta localización concreta y la presencia de un esmalte intacto le aporta ciertas ventajas, pero los autores insisten en que estos hechos no quitan mérito al largo período de observación que puso de relieve el buen desempeño restaurador del ionómero de vidrio reforzado con resina.

En el presente estudio, ni EQUIA®, ni Tetric EvoCeram® BulkFill, ni Tytin® sufrieron fracturas graves que significara la pérdida de la restauración. En todos ellos la retención final a los 12 meses fue excelente. Únicamente remarcar que, a los 12 meses, en una restauración de EQUIA®, se apreciaron grietas finas que no afectaron a la integridad marginal, recibiendo un código Bravo.

Se admite, por tanto, que no hay ningún tipo de cambio en relación a la presencia de fractura o problema de retención con resultado similar para todos los materiales utilizados.





## **CONCLUSIONES**



A partir de los resultados del presente estudio clínico del comportamiento de las restauraciones de ionómero de vidrio en pacientes con necesidades especiales, se puede concluir que:

1. El ionómero de vidrio se mantiene exitosamente en boca durante 12 meses en cavidades oclusales de molares permanentes, con la misma tasa de supervivencia que la amalgama de plata y mayor que la de la resina compuesta.
2. En el mantenimiento de la forma anatómica, existe una débil tendencia según la cual las restauraciones de ionómero de vidrio en el área oclusal se desvían de la excelencia clínica.
3. La adaptación marginal del ionómero de vidrio en cavidades oclusales de molares permanentes tras 12 meses de servicio es semejante a la adaptación marginal de la resina compuesta y de la amalgama de plata.
4. A pesar de que no existen diferencias significativas en la estabilidad del color para el ionómero de vidrio estudiado, parece existir una ligera tendencia a desviarse del estado clínico ideal tras 12 meses en boca en comparación a la resina compuesta.
5. No se ha encontrado tinción marginal en los primeros 6 meses de servicio en el ionómero de vidrio y tras alcanzar los 12 meses en boca, se aleja levemente de la excelencia clínica. En la tinción de la propia restauración, los cambios son similares entre los 3 tipos de materiales estudiados.
6. No se han detectado lesiones de caries secundarias adyacentes al ionómero de vidrio para el período estudiado, mostrando un resultado al nivel de la amalgama de plata y superior al de la resina compuesta.
7. No existe mayor riesgo de aparición de fracturas ni de pérdida de retención en una restauración oclusal de ionómero de vidrio en comparación con una resina compuesta o con una amalgama de plata para el período estudiado.



## **BIBLIOGRAFÍA**



1. Silvestre FJ, Plaza A. El paciente de riesgo médico en la clínica odontológica. En: Silvestre FJ, Plaza A, editors. *Odontología en pacientes especiales*. 1era ed. España: Universidad de Valencia; 2007. p. 15-26.
2. Bratos M. Importancia clínica y social. Introducción. En: Machuca G, Bullón P, editors. *Tratamiento odontológico en pacientes especiales*. 3era ed. Madrid: Laboratorios Normon S.A; 2004. p. 23-9.
3. Anders PL, Davis EL. Oral health of patients with intellectual disabilities: a systematic review. *Spec Care Dentist*. 2010;30(3):110-7.
4. Oliveira JS, Prado RR, De Sousa KR, Oliveira H, Moita JM, Mendes RF. Intellectual disability and impact on oral health: a paired study. *Spec Care Dentist*. 2013;33(6):262-8.
5. López E. Aspectos epidemiológico y preventivos de la asistencia odontológica a pacientes con patología previa. En: Machuca G, Bullón P, editors. *Tratamiento odontológico en pacientes especiales*. 3era ed. Madrid: Laboratorios Normon S.A; 2004. p. 33-56.
6. Robertson MD, Schwendicke F, Araujo MP, Radford JR, Harris JC, McGregor S, et al. Dental caries experience, care index and restorative index in children with learning disabilities and children without learning disabilities; a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):146.
7. Gabre P, Martinsson T, Gahnberg L. Incidence of, and reasons for, tooth mortality among mentally retarded adults during a 10-year period. *Acta Odontol Scand*. 1999;57(1):55-61.
8. American Academy of Pediatric Dentistry. Management of Dental Patients with Special Health Care Needs. *Pediatr Dent*. 2018;40(6):237-42.
9. Glassman P, Miller CE. Preventing dental disease for people with special needs: the need for practical preventive protocols for use in community settings. *Spec Care Dentist*. 2003;23(5):165-7.
10. Weckwerth SA, Weckwerth GM, Ferrairo BM, Chicrala GM, Ambrosio AM, Toyoshima GH, et al. Parents' perception of dental caries in intellectually disabled children. *Spec Care Dentist*. 2016;36(6):300-6.
11. Wilson NJ, Lin Z, Villarosa A, Lewis P, Philip P, Sumar B, et al. Countering the poor oral health of people with intellectual and developmental disability: a scoping literature review. *BMC Public Health*. 2019;19(1):1530.
12. Scalioni FAR, Carrada CF, Martins CC, Ribeiro RA, Paiva SM. Periodontal disease in patients with Down syndrome: A systematic review. *J Am Dent Assoc*. 2018;149(7):628-39.
13. Van de Wiel B, Van Loon M, Reuland W, Bruers J. Periodontal disease in Down's syndrome patients. A retrospective study. *Spec Care Dentist*. 2018;38(5):299-306.
14. Gabre P, Martinsson T, Gahnberg L. Longitudinal study of dental caries, tooth mortality and interproximal bone loss in adults with intellectual disability. *Eur J Oral Sci*. 2001;109(1):20-6.
15. Silvestre FJ. Manejo odontológico en diferentes tipos de pacientes discapacitados. En: Silvestre FJ, Plaza A, editors. *Odontología en pacientes especiales*. 1era ed. España: Universidad de Valencia; 2007. p. 269-86.
16. González D, Díaz JJ, Bousoño C, Jiménez S. Gastrointestinal disorders in children with cerebral palsy and neurodevelopmental disabilities. *An Pediatr (Barc)*. 2010;73(6):361.
17. Cardona S, Cahuana A, Rivera A, Miranda J, Martín de Carpi J, Brunet L. Oral health status in pediatric patients with cerebral palsy fed by oral versus enteral route. *Spec Care Dentist*. 2020;40(1):35-40.
18. Santos MT, Guare RO, Celiberti P, Siqueira WL. Caries experience in individuals with cerebral palsy in relation to oromotor dysfunction and dietary consistency. *Spec Care Dentist*. 2009;29(5):198-203.

19. Ruiz LA, Diniz MB, Loyola JP, Habibe CH, Garrubbo CC, Santos MT. A controlled study comparing salivary osmolality, caries experience and caries risk in patients with cerebral palsy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2018;23(2):e211-e5.
20. Santos MT, Guaré RO, Leite MF, Ferreira MC, Durão MS, Jardim JR. Salivary osmolality in individuals with cerebral palsy. *Arch Oral Biol*. 2010;55(11):855-60.
21. Santos MT, Ferreira MC, Mendes FM, De Oliveira R. Assessing salivary osmolality as a caries risk indicator in cerebral palsy children. *Int J Paediatr Dent*. 2014;24(2):84-9.
22. Cardoso AM, Gomes LN, Silva CR, Soares RS, Abreu MH, Padilha WW, et al. Dental caries and periodontal disease in Brazilian children and adolescents with cerebral palsy. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;12(1):335-53.
23. Scully C. Drug effects on salivary glands: dry mouth. *Oral Dis*. 2003;9(4):165-76.
24. Gil JA, Silvestre FJ, Barrios R, Silvestre J. Treatment of xerostomia and hyposalivation in the elderly: A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2016;21(3):e355-66.
25. Featherstone JD, Domejean S, Jenson L, Wolff M, Young DA. Caries risk assessment in practice for age 6 through adult. *J Calif Dent Assoc*. 2007;35(10):703-7.
26. Featherstone JD, Adair SM, Anderson MH, Berkowitz RJ, Bird WF, Crall JJ, et al. Caries management by risk assessment: consensus statement, April 2002. *J Calif Dent Assoc*. 2003;31(3):257-69.
27. Featherstone JD. The caries balance: contributing factors and early detection. *J Calif Dent Assoc*. 2003;31(2):129-33.
28. Jenson L, Budenz AW, Featherstone JD, Ramos-Gomez FJ, Spolsky VW, Young DA. Clinical protocols for caries management by risk assessment. *J Calif Dent Assoc*. 2007;35(10):714-23.
29. Ramos F, Man-Wai NG. Into the future: keeping healthy teeth caries free: pediatric CAMBRA protocols. *J Calif Dent Assoc*. 2011;39(10):723-33.
30. Featherstone JD, Crystal YO, Chaffee BW, Zhan L, Ramos F. An Updated CAMBRA Caries Risk Assessment Tool for Ages 0 to 5 Years. *J Calif Dent Assoc*. 2019;47(1):37-47.
31. Featherstone JD, White JM, Hoover CI, Rapozo M, Weintraub JA, Wilson RS, et al. A randomized clinical trial of anticaries therapies targeted according to risk assessment (caries management by risk assessment). *Caries Res*. 2012;46(2):118-29.
32. Doméjean S, Gansky SA, Featherstone JD. Caries risk assessment in an educational environment. *J Dent Educ*. 2006;70(12):1346-54.
33. Adair SM. The role of sealants in caries prevention programs. *J Calif Dent Assoc*. 2003;31(3):221-7.
34. Anderson MH. A review of the efficacy of chlorhexidine on dental caries and the caries infection. *J Calif Dent Assoc*. 2003;31(3):211-4.
35. Donly KJ. Fluoride varnishes. *J Calif Dent Assoc*. 2003;31(3):217-9.
36. Lynch H, Milgrom P. Xylitol and dental caries: an overview for clinicians. *J Calif Dent Assoc*. 2003;31(3):205-9.
37. Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, et al. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2007;35(3):170-8.
38. Pitts N. "ICDAS"--an international system for caries detection and assessment being developed to facilitate caries epidemiology, research and appropriate clinical management. *Community Dent Health*. 2004;21(3):193-8.
39. Shivakumar K, Prasad S, Chandu G. International Caries Detection and Assessment System: A new paradigm in detection of dental caries. *J Conserv Dent*. 2009;12(1):10-6.
40. Leroy R, Declerck D. Oral health care utilization in children with disabilities. *Clin Oral Investig*. 2013;17(8):1855-61.



41. Jaber MA, Sayyab M, Abu Fanas SH. Oral health status and dental needs of autistic children and young adults. *J Investig Clin Dent*. 2011;2(1):57-62.
42. Molina GF, Faulks D, Mazzola I, Mulder J, Frencken JE. One year survival of ART and conventional restorations in patients with disability. *BMC Oral Health*. 2014;14:49.
43. Gordon SM, Dionne RA, Snyder J. Dental fear and anxiety as a barrier to accessing oral health care among patients with special health care needs. *Spec Care Dentist*. 1998;18(2):88-92.
44. Cumella S, Ransford N, Lyons J, Burnham H. Needs for oral care among people with intellectual disability not in contact with Community Dental Services. *J Intellect Disabil Res*. 2000;44(1):45-52.
45. Dolan TA. Professional education to meet the oral health needs of older adults and persons with disabilities. *Spec Care Dentist*. 2013;33(4):190-7.
46. Nova J, Nova B. Descripción de técnicas y categorías de manejo en pacientes especiales. *Terapia conductual*. En: Machuca G, Bullón P, editors. *Tratamiento odontológico en pacientes especiales*. 3ª ed. Madrid: Laboratorios Normon S.A.; 2004. p. 659-92.
47. Friedlander AH, Yagiela JA, Paterno VI, Mahler ME. The neuropathology, medical management and dental implications of autism. *J Am Dent Assoc*. 2006;137(11):1517-27.
48. Silvestre FJ. Manejo odontológico de los pacientes con discapacidad. En: Silvestre FJ, Plaza A, editors. *Odontología en pacientes especiales*. 1ª ed. España: Universidad de Valencia; 2007. p. 249-68.
49. Loo CY, Graham RM, Hughes CV. Behaviour guidance in dental treatment of patients with autism spectrum disorder. *Int J Paediatr Dent*. 2009;19(6):390-8.
50. Chandrashekhar S, Bommangoudar J. Management of Autistic Patients in Dental Office: A Clinical Update. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2018;11(3):219-27.
51. Orellana LM, Martínez S, Silvestre FJ. Training adults and children with an autism spectrum disorder to be compliant with a clinical dental assessment using a TEACCH-based approach. *J Autism Dev Disord*. 2014;44(4):776-85.
52. Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry--a review. FDI Commission Project 1-97. *Int Dent J*. 2000;50(1):1-12.
53. Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries - a review: report of a FDI task group. *Int Dent J*. 2012;62(5):223-43.
54. Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, et al. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res*. 2016;28(2):58-67.
55. Featherstone JD. The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res*. 2004;83 Spec No C:39-42.
56. Ngo H, Opsahl S. Minimal intervention dentistry II: part 7. Minimal intervention in cariology: the role of glass-ionomer cements in the preservation of tooth structures against caries. *Br Dent J*. 2014;216(10):561-5.
57. Kidd EA. How 'clean' must a cavity be before restoration? *Caries Res*. 2004;38(3):305-13.
58. Anusavice KJ. Visión panorámica de los materiales para uso dental. En: Anusavice KJ, editor. *Phillips Ciencia de los materiales dentales*. 11ª ed. Barcelona: Elsevier; 2004. p. 3-18.
59. Camps I. Concepto de biomaterial y ergonomía. En: Camps I, Pascual A, editors. *Cuaderno de Biomateriales Odontológicos, Equipamiento, Instrumentación y Ergonomía*. 1era ed. España: Pasión por los libros; 2014. p. 6-9.
60. Gryst ME, Mount GJ. The use of glass ionomer in special needs patients. *Aust Dent J*. 1999;44(4):268-74.

61. Opdam NJ, Bronkhorst EM, Loomans BA, Huysmans MC. 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *J Dent Res.* 2010;89(10):1063-7.
62. Dental amalgam: update on safety concerns. ADA council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc.* 1998;129(4):494-503.
63. Federation FWD. FDI policy statement on dental amalgam and the Minamata Convention on Mercury: adopted by the FDI General Assembly: 13 September 2014, New Delhi, India. *Int Dent J.* 2014;64(6):295-6.
64. Dental amalgam phase down: Adopted by the FDI General Assembly: 7 September 2018, Buenos Aires, Argentina. *Int Dent J.* 2019;69(1):21-2.
65. Fisher J, Varenne B, Narvaez D, Vickers C. The Minamata Convention and the phase down of dental amalgam. *Bull World Health Organ.* 2018;96(6):436-8.
66. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J.* 2017;222(5):337-44.
67. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Koliniotou-Koubia E, Tolidis K. Inhibition of demineralization in vitro around fluoride releasing materials. *J Oral Rehabil.* 2003;30(12):1216-22.
68. Krämer N, Schmidt M, Lücker S, Domann E, Frankenberger R. Glass ionomer cement inhibits secondary caries in an in vitro biofilm model. *Clin Oral Investig.* 2018;22(2):1019-31.
69. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials--fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater.* 2007;23(3):343-62.
70. Sidhu SK, Nicholson JW. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater.* 2016;7(3).
71. Frencken JE, Leal SC, Navarro MF. Twenty-five-year atraumatic restorative treatment (ART) approach: a comprehensive overview. *Clin Oral Investig.* 2012;16(5):1337-46.
72. Molina GF, Cabral RJ, Mazzola I, Lascano LB, Frencken JE. Mechanical performance of encapsulated restorative glass-ionomer cements for use with Atraumatic Restorative Treatment (ART). *J Appl Oral Sci.* 2013;21(3):243-9.
73. Bayne SC, Ferracane JL, Marshall GW, Marshall SJ, van Noort R. The Evolution of Dental Materials over the Past Century: Silver and Gold to Tooth Color and Beyond. *J Dent Res.* 2019;98(3):257-65.
74. Camps I. Historia. En: Camps I, Pascual A, editors. *Cuaderno de Biomateriales Odontológicos, Equipamiento, Instrumentación y Ergonomía.* 1era ed. España: Pasión por los libros; 2014. p. 10-5.
75. Baños Martín JL. Aleaciones dentales que se manejan en estado plástico a temperatura ambiente: las amalgamas dentales. En: Vega del Barrio JM, editor. *Materiales en Odontología Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos.* 1ª ed. Madrid: Ediciones Avances Médico Dentales; 1996. p. 503-15.
76. Marshall SJ. Amalgamas dentales. En: Anusavice KJ, editor. *Phillips Ciencia de los materiales dentales.* 11ª ed. Barcelona: Elsevier; 2004. p. 495-543.
77. Marshall SJ, Marshall GW. Dental amalgam: the materials. *Adv Dent Res.* 1992;6:94-9.
78. Letzel H, van 't Hof MA, Marshall GW, Marshall SJ. The influence of the amalgam alloy on the survival of amalgam restorations: a secondary analysis of multiple controlled clinical trials. *J Dent Res.* 1997;76(11):1787-98.
79. Mahler DB. The high-copper dental amalgam alloys. *J Dent Res.* 1997;76(1):537-41.
80. Moraschini V, Fai CK, Alto RM, Dos Santos GO. Amalgam and resin composite longevity of posterior restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2015;43(9):1043-50.

81. Nagpal N, Bettiol SS, Isham A, Hoang H, Crocombe LA. A Review of Mercury Exposure and Health of Dental Personnel. *Saf Health Work*. 2017;8(1):1-10.
82. Rodríguez E, Testai E, Bruzell E, De Jong W, Schmalz G, Thomsen M, et al. The safety of dental amalgam and alternative dental restoration materials for patients and users. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016;79:108-9.
83. Rawls R, Esquivel J. Resinas para restauraciones. En: Anusavice KJ, editor. *Phillips Ciencia de los materiales dentales*. 11ª ed. España: Elsevier; 2004. cap15.
84. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*. 2011;27(1):29-38.
85. Klapdohr S, Moszner N. New Inorganic Components for Dental Filling Composites. *Monatshefte für Chemie*. 2005;136:21-45.
86. Baños JL, Vega del Barrio JM. Resinas compuestas en odontología. En: Vega del Barrio JM, editor. *Materiales en odontología. Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos*. Madrid: Ediciones Avances Médico- Dentales; 1996. p. 291-314.
87. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*. 1997;105(2):97-116.
88. Yadav R, Kumar M. Dental restorative composite materials: A review. *J Oral Biosci*. 2019;61(2):78-83.
89. Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ. Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc*. 1994;125(6):687-701.
90. Stansbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. *J Esthet Dent*. 2000;12(6):300-8.
91. Musanje L, Ferracane JL, Sakaguchi RL. Determination of the optimal photoinitiator concentration in dental composites based on essential material properties. *Dent Mater*. 2009;25(8):994-1000.
92. Park YJ, Chae KH, Rawls HR. Development of a new photoinitiation system for dental light-cure composite resins. *Dent Mater*. 1999;15(2):120-7.
93. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater*. 2013;29(2):139-56.
94. Anusavice KJ. Estructura de la materia y principios de la adhesión. En: Anusavice KJ, editor. *Phillips Ciencia de los materiales dentales*. 11ª ed. Barcelona: Elsevier; 2004. p. 21-39.
95. Norling BK. Adhesión. En: Anusavice KJ, editor. *Phillips Ciencia de los materiales dentales*. 11ª ed. Barcelona: Elsevier; 2004. p. 381-97.
96. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007;28(26):3757-85.
97. Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent*. 2004;29(5):481-508.
98. Bowen RL, Eick JD, Henderson DA, Anderson DW. Smear layer: removal and bonding considerations. *Oper Dent Suppl*. 1984;3:30-4.
99. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dent Mater*. 2001;17(2):122-6.
100. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)*. 2017;8(1):1-17.
101. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2011;27(1):17-28.
102. Nagarkar S, Theis N, Perdigão J. Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2019;107(6):2121-31.

103. Lynch CD, Wilson NH. Managing the phase-down of amalgam: Part I. Educational and training issues. *Br Dent J.* 2013;215(3):109-13.
104. Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. *Dent Mater.* 2012;28(1):87-101.
105. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater.* 2008;24(11):1501-5.
106. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent.* 2013;38(6):618-25.
107. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent.* 2017;19(2):95-109.
108. Rosatto CM, Bicalho AA, Veríssimo C, Bragança GF, Rodrigues MP, Tantbirojn D, et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent.* 2015;43(12):1519-28.
109. Tetric EvoCeram Bulk Fill. Instrucciones de uso. Disponible en: <https://www.ivoclarvivadent.com/en/p/all/products/restorative-materials/composites/tetric-evoceram-bulk-fill>
110. Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva G. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Oper Dent.* 2014;39(4):441-8.
111. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dent Mater.* 2011;27(4):348-55.
112. Rizzante FAP, Mondelli RFL, Furuse AY, Borges AFS, Mendonça G, Ishikiriama SK. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:e20180132.
113. Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent.* 2012;40(6):500-5.
114. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Effect of Bulk-filling on the Bonding Efficacy in Occlusal Class I Cavities. *J Adhes Dent.* 2016;18(2):119-24.
115. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dent Mater.* 2013;29(3):269-77.
116. Fronza BM, Ayres A, Pacheco RR, Rueggeberg FA, Dias C, Giannini M. Characterization of Inorganic Filler Content, Mechanical Properties, and Light Transmission of Bulk-fill Resin Composites. *Oper Dent.* 2017;42(4):445-55.
117. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42(8):993-1000.
118. Goldberg M. In vitro and in vivo studies on the toxicity of dental resin components: a review. *Clin Oral Investig.* 2008;12(1):1-8.
119. Caldas IP, Alves GG, Barbosa IB, Scelza P, de Noronha F, Scelza MZ. In vitro cytotoxicity of dental adhesives: A systematic review. *Dent Mater.* 2019;35(2):195-205.
120. Van Landuyt KL, Nawrot T, Geebelen B, De Munck J, Snauwaert J, Yoshihara K, et al. How much do resin-based dental materials release? A meta-analytical approach. *Dent Mater.* 2011;27(8):723-47.
121. Olea N, Pulgar R, Pérez P, Olea F, Rivas A, Novillo A, et al. Estrogenicity of resin-based composites and sealants used in dentistry. *Environ Health Perspect.* 1996;104(3):298-305.
122. Kingman A, Hyman J, Masten SA, Jayaram B, Smith C, Eichmiller F, et al. Bisphenol A and other compounds in human saliva and urine associated with the placement of composite restorations. *J Am Dent Assoc.* 2012;143(12):1292-302.

123. Schneider TR, Hakami R, Tomasino A, Tayebi L, Lobner D. Effects of dental composite resin monomers on dental pulp cells. *Dent Mater J.* 2019;38(4):579-83.
124. Marzouk T, Sathyanarayana S, Kim AS, Seminario AL, McKinney CM. A Systematic Review of Exposure to Bisphenol A from Dental Treatment. *JDR Clin Trans Res.* 2019;4(2):106-15.
125. Berge TLL, Lygre GB, Jönsson BAG, Lindh CH, Björkman L. Bisphenol A concentration in human saliva related to dental polymer-based fillings. *Clin Oral Investig.* 2017;21(8):2561-8.
126. Saito S, Tosaki S, Hirota K. Characteristics of glass-ionomer cements. En: Davidson CL, Mjör IA, editors. *Advances in glass ionomer cements.* 1ª ed. Germany: Quintessence; 1999. p. 15-50.
127. Smith DC. Development of glass-ionomer cement systems. *Biomaterials.* 1998;19(6):467-78.
128. Mickenautsch S, Mount G, Yengopal V. Therapeutic effect of glass-ionomers: an overview of evidence. *Aust Dent J.* 2011;56(1):10-5; quiz 103.
129. Lohbauer U. Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? – Properties, Limitations and Future Trends. *Materials.* 2010;3:76-96.
130. Frencken JE, Van 't Hof MA, Van Amerongen WE, Holmgren CJ. Effectiveness of single-surface ART restorations in the permanent dentition: a meta-analysis. *J Dent Res.* 2004;83(2):120-3.
131. Hidalgo JJ. Cementos en odontología: Cementos de vidrio ionómero. En: Vega del Barrio JM, editor. *Materiales en Odontología. Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos.* 1ª ed. Madrid: Ediciones Avances Medico- Dentales S.L.; 1996. p. 405-20.
132. Culbertson BM. Glass-ionomer dental restoratives. *Prog Polym Sci.* 2001;26:577- 604.
133. Wilson AD, Kent BE. The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. *J Appl Chem Biotechnol.* 1971;21:313.
134. Nicholson JW. Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials.* 1998;19(6):485-94.
135. Shen C. Cementos dentales. En: Anusavice KJ, editor. *Phillips Ciencia de los materiales dentales.* 11ª ed. Madrid: Elsevier; 2004. p. 471-84.
136. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan).* 2013;10(4):411-20.
137. Frencken JE, Pilot T, Songpaisan Y, Phantumvanit P. Atraumatic restorative treatment (ART): rationale, technique, and development. *J Public Health Dent.* 1996;56(3 Spec No):135-40.
138. Frencken JE. Evolution of the the ART approach: highlights and achievements. *J Appl Oral Sci.* 2009;17 Suppl(spe):78-83.
139. Yengopal V, Mickenautsch S, Bezerra AC, Leal SC. Caries-preventive effect of glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth: a meta analysis. *J Oral Sci.* 2009;51(3):373-82.
140. Najeeb S, Khurshid Z, Zafar MS, Khan AS, Zohaib S, Martí JM, et al. Modifications in Glass Ionomer Cements: Nano-Sized Fillers and Bioactive Nanoceramics. *Int J Mol Sci.* 2016;17(7).
141. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2000;16(2):129-38.
142. Mount GJ. Buonocore Memorial Lecture. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Oper Dent.* 1994;19(3):82-90.
143. Eliades G. Chemical and biological properties of glass-ionomer cements. En: Davison CL, Mjör IA, editors. *Advances in glass-ionomer cements.* 1ª ed. Germany: Quintessence; 1999. p. 85-102.

144. Karantakis P, Helvatjoglou M, Theodoridou S, Papadogiannis Y. Fluoride Release from Three Glass Ionomers, a Compomer, and a Composite Resin in Water, Artificial Saliva, and Lactic Acid. *Oper Dent*. 2000;25:20-5.
145. Bell A, Creanor SL, Foye RH, Saunders WP. The effect of saliva on fluoride release by a glass-ionomer filling material. *J Oral Rehabil*. 1999;26(5):407-12.
146. Attar N, Turgut MD. Fluoride release and uptake capacities of fluoride-releasing restorative materials. *Oper Dent*. 2003;28(4):395-402.
147. De Moor RJ, Verbeeck RM, De Maeyer EA. Fluoride release profiles of restorative glass ionomer formulations. *Dent Mater*. 1996;12(2):88-95.
148. Vermeersch G, Leloup G, Vreven J. Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehabil*. 2001;28(1):26-32.
149. Asmussen E, Peutzfeldt A. Long-term fluoride release from a glass ionomer cement, a compomer, and from experimental resin composites. *Acta Odontol Scand*. 2002;60(2):93-7.
150. Moreau JL, Xu HH. Fluoride releasing restorative materials: Effects of pH on mechanical properties and ion release. *Dent Mater*. 2010;26(11):e227-35.
151. Nicholson JW, Czarnecka B, Limanowska-Shaw H. The long-term interaction of dental cements with lactic acid solutions. *J Mater Sci Mater Med*. 1999;10(8):449-52.
152. Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater*. 2001;17(1):34-9.
153. Han L, Cv E, Li M, Niwano K, Ab N, Okamoto A, et al. Effect of fluoride mouth rinse on fluoride releasing and recharging from aesthetic dental materials. *Dent Mater J*. 2002;21(4):285-95.
154. Rolim FG, de Araújo Lima AD, Lima Campos IC, de Sousa Ferreira R, da Cunha Oliveira-Júnior C, Gomes Prado VL, et al. Fluoride Release of Fresh and Aged Glass Ionomer Cements after Recharging with High-Fluoride Dentifrice. *Int J Dent*. 2019;2019:9785364.
155. Nassar HM, Platt JA. Fluoride Release from Two High-Viscosity Glass Ionomers after Exposure to Fluoride Slurry and Varnish. *Materials (Basel)*. 2019;12(22):3760
156. Bansal R, Bansal T. A Comparative Evaluation of the Amount of Fluoride Release and Re-Release after Recharging from Aesthetic Restorative Materials: An in vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(8):11-4.
157. 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*. 2019;122(2):154-9.
158. Lambrechts P, Goovaerts K, Bharadwaj D, De Munck J, Bergmans L, Peumans M, et al. Degradation of tooth structure and restorative materials: A review. *Wear*. 2006;261:980-6.
159. De Gee AJ. Physical properties of glass-ionomer cements: setting shrinkage and wear. En: Davison CL, Mjör A, editors. *Advances in glass-ionomer cements*. Germany: Quintessence; 1999. p. 51-66.
160. Van Duinen RN, Kleverlaan CJ, De Gee AJ, Werner A, Feilzer AJ. Early and long-term wear of 'fast-set' conventional glass-ionomer cements. *Dent Mater*. 2005;21(8):716-20.
161. Yap AU, Cheang PH, Chay PL. Mechanical properties of two restorative reinforced glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil*. 2002;29(7):682-8.
162. Pereira LC, Nunes MC, Dibb RG, Powers JM, Roulet JF, Navarro MF. Mechanical properties and bond strength of glass-ionomer cements. *J Adhes Dent*. 2002;4(1):73-80.
163. Bresciani E, Barata TeJ, Fagundes TC, Adachi A, Terrin MM, Navarro MF. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci*. 2004;12(4):344-8.

164. Fabián G, Cabral RJ, Mazzola I, Brain Lascano L, Frencken JE. Biaxial flexural strength of high-viscosity glass-ionomer cements heat-cured with an LED lamp during setting. *Biomed Res Int*. 2013;2013:838460.
165. Kleverlaan CJ, van Duinen RN, Feilzer AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dent Mater*. 2004;20(1):45-50.
166. Xu X, Burgess JO. Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. *Biomaterials*. 2003;24(14):2451-61.
167. Nomoto R, Komoriyama M, McCabe JF, Hirano S. Effect of mixing method on the porosity of encapsulated glass ionomer cement. *Dent Mater*. 2004;20(10):972-8.
168. Zhao J, Weng Y, Xie D. In vitro wear and fracture toughness of an experimental light-cured glass-ionomer cement. *Dent Mater*. 2009;25(4):526-34.
169. Bonifácio CC, Werner A, Kleverlaan CJ. Coating glass-ionomer cements with a nanofilled resin. *Acta Odontol Scand*. 2012;70(6):471-7.
170. Gurgan S, Kutuk ZB, Ergin E, Oztas SS, Cakir FY. Four-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance of a glass ionomer restorative system. *Oper Dent*. 2015;40(2):134-43.
171. Diem VT, Tyas MJ, Ngo HC, Phuong LH, Khanh ND. The effect of a nano-filled resin coating on the 3-year clinical performance of a conventional high-viscosity glass-ionomer cement. *Clin Oral Investig*. 2014;18(3):753-9.
172. Attin T, Buchalla W, Kielbassa AM, Hellwig E. Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent Mater*. 1995;11(6):359-62.
173. Spajić J, Prskalo K, Šariri K, Par M, Pandurić V, Demoli N. Dimensional Changes of Glass Ionomers and a Giomer during the Setting Time. *Acta Stomatol Croat*. 2018;52(4):298-306.
174. Gerdolle DA, Mortier E, Droz D. Microleakage and polymerization shrinkage of various polymer restorative materials. *J Dent Child (Chic)*. 2008;75(2):125-33.
175. Versluis A, Tantbirojn D, Lee MS, Tu LS, DeLong R. Can hygroscopic expansion compensate polymerization shrinkage? Part I. Deformation of restored teeth. *Dent Mater*. 2011;27(2):126-33.
176. Hankins AD, Hatch RH, Benson JH, Blen BJ, Tantbirojn D, Versluis A. The effect of a nanofilled resin-based coating on water absorption by teeth restored with glass ionomer. *J Am Dent Assoc*. 2014;145(4):363-70.
177. Fukuda R, Yoshida Y, Nakayama Y, Okazaki M, Inoue S, Sano H, et al. Bonding efficacy of polyalkenoic acids to hydroxyapatite, enamel and dentin. *Biomaterials*. 2003;24(11):1861-7.
178. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res*. 2000;79(2):709-14.
179. Watson TF. Bonding glass- ionomer cements to tooth structure. En: Davison CL, Mjör IA, editors. *Advances in glass-ionomer cements*. Germany: Quintessence; 1999. p. 121-36.
180. Glasspoole EA, Erickson RL, Davidson CL. Effect of surface treatments on the bond strength of glass ionomers to enamel. *Dent Mater*. 2002;18(6):454-62.
181. Attin T, Buchalla W, Hellwig E. Influence of enamel conditioning on bond strength of resin-modified glass ionomer restorative materials and polyacid-modified composites. *J Prosthet Dent*. 1996;76(1):29-33.
182. Sauro S, Faus V, Makeeva I, Nuñez JM, Gonzalez R, García JA, et al. Effects of Polyacrylic Acid Pre-Treatment on Bonded-Dentine Interfaces Created with a Modern Bioactive Resin-Modified Glass Ionomer Cement and Subjected to Cycling Mechanical Stress. *Materials (Basel)*. 2018;11(10):1884

183. Burke TFJ, Wilson NHF. Glass-ionomer restorations in stress-bearing and difficult-to-access cavities. En: Davison CL, Mjör IA, editors. *Advances in glass ionomer cements*. Germany: Quintessence; 1999. p. 253-68.
184. Mickenautsch S, Yengopal V, Banerjee A. Atraumatic restorative treatment versus amalgam restoration longevity: a systematic review. *Clin Oral Investig*. 2010;14(3):233-40.
185. Rasines MG, Veitz A, Sahrman P, Schmidlin PR, Davis D, Iheozor Z. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent or adult posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014(3):CD005620.
186. Bernardo M, Luis H, Martin MD, Leroux BG, Rue T, Leitão J, et al. Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc*. 2007;138(6):775-83.
187. Almuhaiza M. Glass-ionomer Cements in Restorative Dentistry: A Critical Appraisal. *J Contemp Dent Pract*. 2016;17(4):331-6.
188. Klinke T, Daboul A, Turek A, Frankenberger R, Hickel R, Biffar R. Clinical performance during 48 months of two current glass ionomer restorative systems with coatings: a randomized clinical trial in the field. *Trials*. 2016;17(1):239.
189. Kielbassa AM, Glockner G, Wolgin M, Glockner K. Systematic review on highly viscous glass-ionomer cement/resin coating restorations (Part I): Do they merge Minamata Convention and minimum intervention dentistry? *Quintessence Int*. 2016;47(10):813-23.
190. Sidhu SK. Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject? *Aust Dent J*. 2011;56 Suppl 1:23-30.
191. Van 't Hof MA, Frencken JE, van Palenstein Helderman WH, Holmgren CJ. The atraumatic restorative treatment (ART) approach for managing dental caries: a meta-analysis. *Int Dent J*. 2006;56(6):345-51.
192. Molina GF, Faulks D, Mazzola I, Cabral RJ, Mulder J, Frencken JE. Three-year survival of ART high-viscosity glass-ionomer and resin composite restorations in people with disability. *Clin Oral Investig*. 2018;22(1):461-7.
193. Mickenautsch S, Yengopal V. Absence of carious lesions at margins of glass-ionomer cement and amalgam restorations: An update of systematic review evidence. *BMC Res Notes*. 2011;4:58.
194. Ruengrungsom C, Palamara JEA, Burrow MF. Comparison of ART and conventional techniques on clinical performance of glass-ionomer cement restorations in load bearing areas of permanent and primary dentitions: A systematic review. *J Dent*. 2018;78:1-21.
195. Cefaly DF, Barata TJ, Bresciani E, Fagundes TC, Lauris JR, Navarro MF. Clinical evaluation of multiple-surface ART restorations: 12 month follow-up. *J Dent Child (Chic)*. 2007;74(3):203-8.
196. Ercan E, Dülgergil CT, Soyman M, Dalli M, Yildirim I. A field-trial of two restorative materials used with atraumatic restorative treatment in rural Turkey: 24-month results. *J Appl Oral Sci*. 2009;17(4):307-14.
197. Kharma K, Zogheib T, Bhandi S, Mehanna C. Clinical Evaluation of Microhybrid Composite and Glass Ionomer Restorative Material in Permanent Teeth. *J Contemp Dent Pract*. 2018;19(2):226-32.
198. Balkaya H, Arslan S, Pala K. A randomized, prospective clinical study evaluating effectiveness of a bulk-fill composite resin, a conventional composite resin and a reinforced glass ionomer in Class II cavities: one-year results. *J Appl Oral Sci*. 2019;27:e20180678.
199. Wataha J. Biocompatibilidad de los materiales dentales. En: Anusavice KJ, editor. *Phillips Ciencia de los materiales dentales*. 11<sup>a</sup> ed. Madrid: Elsevier; 2004. p. 171- 204.



200. Stanislawski L, Daniau X, Lauti A, Goldberg M. Factors responsible for pulp cell cytotoxicity induced by resin-modified glass ionomer cements. *J Biomed Mater Res.* 1999;48(3):277-88.
201. Nicholson JW, Czarnecka B. The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. *Dent Mater.* 2008;24(12):1702-8.
202. Chen S, Mestres G, Lan W, Xia W, Engqvist H. Cytotoxicity of modified glass ionomer cement on odontoblast cells. *J Mater Sci Mater Med.* 2016;27(7):116.
203. Goldberg M, Stanislawski L, Bonte E, Daniau X, Lasfargues J-j. Biocompatibility of glass ionomer cements. En: Davison CL, Mjör IA, editors. *Advances in glass ionomer cements.* Germany: Quintessence; 1999. p. 103-20.
204. Geurtsen W. Biocompatibility of resin-modified filling materials. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2000;11(3):333-55.
205. Palmer G, Anstice HM, Pearson GJ. The effect of curing regime on the release of hydroxyethyl methacrylate (HEMA) from resin-modified glass-ionomer cements. *J Dent.* 1999;27(4):303-11.
206. Andreasson H, Boman A, Johnsson S, Karlsson S, Barregård L. On permeability of methyl methacrylate, 2-hydroxyethyl methacrylate and triethyleneglycol dimethacrylate through protective gloves in dentistry. *Eur J Oral Sci.* 2003;111(6):529-35.
207. Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjör IA, Peters M, et al. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clin Oral Investig.* 2007;11(1):5-33.
208. Chandler L, Martínez A, Bullón P. Evaluation of medical risk in dental practice through using the EMRRH questionnaire. *Med Oral.* 2004;9(4):309-20.
209. Moncada G, Silva F, Angel P, Oliveira OB, Fresno MC, Cisternas P, et al. Evaluation of dental restorations: a comparative study between clinical and digital photographic assessments. *Oper Dent.* 2014;39(2):E45-56.
210. Tytin. Amalgama de plata. Instrucciones de uso. Disponible en: <https://www.kerrdental.com/es-es/productos-para-restauracion-dental/tytin-aleaciones-dentales>
211. Prime & Bond NT Adhesive. Instrucciones de uso. Disponible en: <http://www.dentsply.com.au/www/770/files/dfu-primeandbondnt.pdf>.
212. EQUIA. Instrucciones de uso. Disponible en: [https://europe.gc.dental/sites/europe.gc.dental/files/products/downloads/equia/manual/MAN\\_EQUIA\\_Technique\\_Guide\\_en.pdf](https://europe.gc.dental/sites/europe.gc.dental/files/products/downloads/equia/manual/MAN_EQUIA_Technique_Guide_en.pdf).
213. García Barbero J. Principios de diseño cavitario para amalgamada plata. En: García Barbero J, editor. *Patología y terapéutica dental Operatoria dental y endodoncia.* 2ª ed. Barcelona: Elsevier; 2005. p. 225-40.
214. Cvar JF, Ryge G. Reprint of criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. 1971. *Clin Oral Investig.* 2005;9(4):215-32.
215. Marquillier T, Doméjean S, Le Clerc J, Chemla F, Gritsch K, Maurin JC, et al. The use of FDI criteria in clinical trials on direct dental restorations: A scoping review. *J Dent.* 2018;68:1-9.
216. Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjör I, Bayne S, Peters M, et al. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations-update and clinical examples. *Clin Oral Investig.* 2010;14(4):349-66.
217. Hayashi M, Wilson NH. Failure risk of posterior composites with post-operative sensitivity. *Oper Dent.* 2003;28(6):681-8.
218. Antczak AA, Tulloch JF, Berkey CS. Split-mouth and cross-over designs in dental research. *J Clin Periodontol.* 1990;17(7 Pt 1):446-53.
219. Lesaffre E, Garcia MJ, Redmond C, Huber H, Needleman I. Reported methodological quality of split-mouth studies. *J Clin Periodontol.* 2007;34(9):756-61.

220. Lesaffre E, Philstrom B, Needleman I, Worthington H. The design and analysis of split-mouth studies: what statisticians and clinicians should know. *Stat Med.* 2009;28(28):3470-82.
221. Guideline on Behavior Guidance for the Pediatric Dental Patient. *Pediatr Dent.* 2016;38(6):185-98.
222. Romer M. Consent, restraint, and people with special needs: a review. *Spec Care Dentist.* 2009;29(1):58-66.
223. Townsend JA. Protective Stabilization in the Dental Setting. En: Nelson TM, Webb JR, editors. *Dental Care for Children with Special Needs. A clinical Guide.* USA: Springer;2019. p.247-267.
224. Klein U, Nowak AJ. Characteristics of patients with autistic disorder (AD) presenting for dental treatment: a survey and chart review. *Spec Care Dentist.* 1999;19(5):200-7.
225. Primeau MS, Talley B. Intellectual Disabilities and Health Care Communication: A Continuing Education Program for Providers. *J Contin Educ Nurs.* 2019;50(1):20-5.
226. Egea JJ, Barbero I, Castellanos L. La terapéutica dental en pacientes especiales. En: Machuca G, Bullón P, editors. *Tratamiento odontológico en pacientes especiales.* 3ª ed. Madrid: Laboratorios Normon S.A; 2004. p. 161- 84.
227. Benetti AR, Havndrup C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent.* 2015;40(2):190-200.
228. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):227-35.
229. Dorri M, Martinez MJ, Walsh T, Marinho VC, Sheiham A, Zaror C. Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;12(12):Cd008072.
230. Gao W, Peng D, Smales RJ, Yip KH. Comparison of atraumatic restorative treatment and conventional restorative procedures in a hospital clinic: evaluation after 30 months. *Quintessence Int.* 2003;34(1):31-7.
231. Golkari A, Sabokseir A, Pakshir HR, Dean MC, Sheiham A, Watt RG. A comparison of photographic, replication and direct clinical examination methods for detecting developmental defects of enamel. *BMC Oral Health.* 2011;11:16.
232. Ahmad I. Digital dental photography. Part 9: post-image capture processing. *Br Dent J.* 2009;207(5):203-9.
233. Kenyon BJ, Hagge MS, Leknius C, Daniels WC, Weed ST. Dimensional accuracy of 7 die materials. *J Prosthodont.* 2005;14(1):25-31.
234. Duke P, Moore BK, Haug SP, Andres CJ. Study of the physical properties of type IV gypsum, resin-containing, and epoxy die materials. *J Prosthet Dent.* 2000;83(4):466-73.
235. Gujjarlappudi MC, Reddy SV, Madineni PK, Ealla KK, Nunna VN, Manne SD. Comparative evaluation of few physical properties of epoxy resin, resin-modified gypsum and conventional type IV gypsum die materials: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2012;13(1):48-54.
236. Paquette JM, Taniguchi T, White SN. Dimensional accuracy of an epoxy resin die material using two setting methods. *J Prosthet Dent.* 2000;83(3):301-5.
237. Anusavice KJ. Revestimientos y procedimientos para colado. En: Anusavice KJ, editor. *Phillips Ciencia de los materiales dentales.* 11ª ed. Madrid: Elsevier; 2004. p. 295-350.
238. Molina G, Leal S, Frencken J. Strategies for managing carious lesions in patients with disabilities-a systematic review. *J Disabil Oral Health.* 2011;12:159-67.
239. Molina GF, Faulks D, Frencken JE. Suitability of ART approach for managing caries lesions in people with disability-Experts' opinion. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(6):1430-5.

240. De Amorim RG, Leal SC, Frencken JE. Survival of atraumatic restorative treatment (ART) sealants and restorations: a meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2012;16(2):429-41.
241. Mickenautsch S. Are high-viscosity glass-ionomer cements inferior to silver amalgam as restorative materials for permanent posterior teeth? A Bayesian analysis. *BMC Oral Health*. 2015;15(1):118.
242. Mickenautsch S. Research gaps identified during systematic reviews of clinical trials: glass-ionomer cements. *BMC Oral Health*. 2012;12:18.
243. Holmgren CJ, Figueredo MC. Two decades of ART: improving on success through further research. *J Appl Oral Sci*. 2009;17 Suppl(spe):122-33.
244. Mickenautsch S, Yengopal V. Failure rate of high-viscosity GIC based ART compared with that of conventional amalgam restorations--evidence from an update of a systematic review. *SADJ*. 2012;67(7):329-31.
245. Manhart J, García F, Hickel R. Direct posterior restorations: clinical results and new developments. *Dent Clin North Am*. 2002;46(2):303-39.
246. Baig MS, Fleming GJ. Conventional glass-ionomer materials: A review of the developments in glass powder, polyacid liquid and the strategies of reinforcement. *J Dent*. 2015;43(8):897-912.
247. Fleming GJ, Zala DM. An assessment of encapsulated versus hand-mixed glass ionomer restoratives. *Oper Dent*. 2003;28(2):168-77.
248. Nomoto R, McCabe JF. Effect of mixing methods on the compressive strength of glass ionomer cements. *J Dent*. 2001;29(3):205-10.
249. Dowling AH, Fleming GJ. Are encapsulated anterior glass-ionomer restoratives better than their hand-mixed equivalents? *J Dent*. 2009;37(2):133-40.
250. Fleming GJ, Shortall AC, Shelton RM, Marquis PM. Encapsulated versus hand-mixed zinc phosphate dental cement. *Biomaterials*. 1999;20(22):2147-53.
251. Lohbauer U, Krämer N, Siedschlag G, Schubert EW, Lauerer B, Müller FA, et al. Strength and wear resistance of a dental glass-ionomer cement with a novel nanofilled resin coating. *Am J Dent*. 2011;24(2):124-8.
252. Ilie N, Hickel R, Valceanu AS, Huth KC. Fracture toughness of dental restorative materials. *Clin Oral Investig*. 2012;16(2):489-98.
253. Basso M, Brambilla E, Benites M, Giovannardi M, Ionescu A. Glass ionomer cement for permanent dental restorations: a 48 months multi-centre, prospective clinical trial. *Stoma Edu J*. 2015;2(1):25-35.
254. Molina GF, Faulks D, Mulder J, Frencken JE. High-viscosity glass-ionomer vs. composite resin restorations in persons with disability: Five-year follow-up of clinical trial. *Braz Oral Res*. 2019;33:e099.
255. Friedl K, Hiller KA, Friedl KH. Clinical performance of a new glass ionomer based restoration system: a retrospective cohort study. *Dent Mater*. 2011;27(10):1031-7.
256. Gurgan S, Kutuk ZB, Yalcin Cakir F, Ergin E. A randomized controlled 10 years follow up of a glass ionomer restorative material in class I and class II cavities. *J Dent*. 2020;94:103175.
257. Sidhu SK. Clinical evaluations of resin-modified glass-ionomer restorations. *Dent Mater*. 2010;26(1):7-12.
258. Mallineni SK, Yiu CKY. A Retrospective Audit of Dental Treatment Provided to Special Needs Patients under General Anesthesia During a Ten-Year Period. *J Clin Pediatr Dent*. 2018;42(2):155-60.
259. Caplan DJ, Li Y, Wang W, Kang S, Marchini L, Cowen HJ, et al. Dental Restoration Longevity among Geriatric and Special Needs Patients. *JDR Clin Trans Res*. 2019;4(1):41-8.
260. Tavares M, Lindefjeld Calabi KA, San Martin L. Systemic diseases and oral health. *Dent Clin North Am*. 2014;58(4):797-814.

261. Mjör IA. The reasons for replacement and the age of failed restorations in general dental practice. *Acta Odontol Scand.* 1997;55(1):58-63.
262. Burke FJ, Wilson NH, Cheung SW, Mjör IA. Influence of patient factors on age of restorations at failure and reasons for their placement and replacement. *J Dent.* 2001;29(5):317-24.
263. Kopperud SE, Tveit AB, Gaarden T, Sandvik L, Espelid I. Longevity of posterior dental restorations and reasons for failure. *Eur J Oral Sci.* 2012;120(6):539-48.
264. Brunthaler A, König F, Lucas T, Sperr W, Schedle A. Longevity of direct resin composite restorations in posterior teeth. *Clin Oral Investig.* 2003;7(2):63-70.
265. Jokstad A, Mjör IA, Qvist V. The age of restorations in situ. *Acta Odontol Scand.* 1994;52(4):234-42.
266. Afrashtehfar KI, Emami E, Ahmadi M, Eilayyan O, Abi S, Tamimi F. Failure rate of single-unit restorations on posterior vital teeth: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2017;117(3):345-53.e8.
267. Soncini JA, Maserejian NN, Trachtenberg F, Tavares M, Hayes C. The longevity of amalgam versus compomer/composite restorations in posterior primary and permanent teeth: findings From the New England Children's Amalgam Trial. *J Am Dent Assoc.* 2007;138(6):763-72.
268. Hickel R, Manhart J. Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure. *J Adhes Dent.* 2001;3(1):45-64.
269. Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res.* 2014;93(10):943-9.
270. Da Rosa PA, Cenci MS, Donassollo TA, Loguércio AD, Demarco FF. A clinical evaluation of posterior composite restorations: 17-year findings. *J Dent.* 2006;34(7):427-35.
271. Da Rosa Rodolpho PA, Donassollo TA, Cenci MS, Loguércio AD, Moraes RR, Bronkhorst EM, et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater.* 2011;27(10):955-63.
272. Opdam NJ, Bronkhorst EM, Roeters JM, Loomans BA. Longevity and reasons for failure of sandwich and total-etch posterior composite resin restorations. *J Adhes Dent.* 2007;9(5):469-75.
273. Van Nieuwenhuysen JP, D'Hoore W, Carvalho J, Qvist V. Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth. *J Dent.* 2003;31(6):395-405.
274. Opdam NJ, Bronkhorst EM, Roeters JM, Loomans BA. A retrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. *Dent Mater.* 2007;23(1):2-8.
275. Nedeljkovic I, Teughels W, De Munck J, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Is secondary caries with composites a material-based problem? *Dent Mater.* 2015;31(11):e247-77.
276. Ferracane JL. Is the wear of dental composites still a clinical concern? Is there still a need for in vitro wear simulating devices? *Dent Mater.* 2006;22(8):689-92.
277. Frankenberger R, Dudek MC, Winter J, Braun A, Krämer N, von Stein-Lausnitz M, et al. Amalgam Alternatives Critically Evaluated: Effect of Long-term Thermomechanical Loading on Marginal Quality, Wear, and Fracture Behavior. *J Adhes Dent.* 2020;22(1):107-16.
278. Lazaridou D, Belli R, Petschelt A, Lohbauer U. Are resin composites suitable replacements for amalgam? A study of two-body wear. *Clin Oral Investig.* 2015;19(6):1485-92.
279. Padipatvuthikul P, Jarad F, Mair L. Determination of surface and subsurface fatigue damage in dental composites. *Wear.* 2010;268:1483-9.
280. Chan KH, Mai Y, Kim H, Tong KC, Desmond N, Hsiao JC. Review: Resin Composite Filling. *Materials.* 2010;3:1228-43.

281. Heintze SD, Reichl FX, Hickel R. Wear of dental materials: Clinical significance and laboratory wear simulation methods -A review. *Dent Mater J.* 2019;38(3):343-53.
282. Kanik Ö, Turkun LS, Dasch W. In vitro abrasion of resin-coated highly viscous glass ionomer cements: a confocal laser scanning microscopy study. *Clin Oral Investig.* 2017;21(3):821-9.
283. Türkün LS, Kanik Ö. A Prospective Six-Year Clinical Study Evaluating Reinforced Glass Ionomer Cements with Resin Coating on Posterior Teeth: Quo Vadis? *Oper Dent.* 2016;41(6):587-98.
284. Arregui M, Giner L, Ferrari M, Vallés M, Mercadé M. Six-month color change and water sorption of 9 new-generation flowable composites in 6 staining solutions. *Braz Oral Res.* 2016;30(1):e123.
285. Salas M, Lucena C, Herrera LJ, Yebra A, Della Bona A, Pérez MM. Translucency thresholds for dental materials. *Dent Mater.* 2018;34(8):1168-74.
286. Sulaiman TA, Rodgers B, Suliman AA, Johnston WM. Color and translucency stability of contemporary resin-based restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2020;1-7.
287. Domingos PA, Garcia PP, Oliveira AL, Palma-Dibb RG. Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. *J Appl Oral Sci.* 2011;19(3):204-11.
288. Al Kheraif AA, Qasim SS, Ramakrishnaiah R, Ihtesham ur Rehman. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dent Mater J.* 2013;32(2):326-31.
289. Ertaş E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J.* 2006;25(2):371-6.
290. Dos Santos PA, Garcia PP, De Oliveira AL, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG. Chemical and morphological features of dental composite resin: influence of light curing units and immersion media. *Microsc Res Tech.* 2010;73(3):176-81.
291. Johnston WM, Reisbick MH. Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dent Mater.* 1997;13(2):89-97.
292. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent.* 2005;33(5):389-98.
293. Fontes ST, Fernández MR, de Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(5):388-91.
294. Özdaş D, Kazak M, Çilingir A, Subaşı MG, Tiryaki M, Günel Ş. Color Stability of Composites After Short-term Oral Simulation: An in vitro Study. *Open Dent J.* 2016;10:431-7.
295. Mundim FM, Garcia LF, Pires-de-Souza FC. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *J Appl Oral Sci.* 2010;18(3):249-54.
296. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(2):102-8.
297. Bayraktar Y, Ercan E, Hamidi MM, Çolak H. One-year clinical evaluation of different types of bulk-fill composites. *J Investig Clin Dent.* 2017;8(2):1-9.
298. Fotiadou C, Frasher I, Reymus M, Diegritz C, Kessler A, Manhart J, et al. Corrigendum: A 3-year controlled randomized clinical study on the performance of two glass-ionomer cements in Class II cavities of permanent teeth. *Quintessence Int.* 2019;51(1):1-11.
299. Folwaczny M, Loher C, Mehl A, Kunzelmann KH, Hickel R. Class V lesions restored with four different tooth-colored materials--3-year results. *Clin Oral Investig.* 2001;5(1):31-9.

300. Loguercio AD, Reis A, Barbosa AN, Roulet JF. Five-year double-blind randomized clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer and a polyacid-modified resin in noncarious cervical lesions. *J Adhes Dent.* 2003;5(4):323-32.
301. Aykent F, Yoldem I, Ozyesil AG, Gunal SK, Avunduk MC, Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *J Prosthet Dent.* 2010;103(4):221-7.
302. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater.* 2003;19(1):12-8.
303. Kemaloglu H, Pamir T, Tezel H. A 3-year randomized clinical trial evaluating two different bonded posterior restorations: Amalgam versus resin composite. *Eur J Dent.* 2016;10(1):16-22.
304. Pacifici E, Bossù M, Giovannetti A, La Torre G, Guerra F, Polimeni A. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for uncooperative patients according to surface protection treatment. *Ann Stomatol (Roma).* 2013;4(3-4):250-8.
305. Cenci MS, Tenuta LM, Pereira-Cenci T, Del Bel Cury AA, ten Cate JM, Cury JA. Effect of microleakage and fluoride on enamel-dentine demineralization around restorations. *Caries Res.* 2008;42(5):369-79.
306. Mjör IA. Clinical diagnosis of recurrent caries. *J Am Dent Assoc.* 2005;136(10):1426-33.
307. Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42(5):575-81.
308. Irie M, Suzuki K, Watts DC. Marginal gap formation of light-activated restorative materials: effects of immediate setting shrinkage and bond strength. *Dent Mater.* 2002;18(3):203-10.
309. Cheetham JJ, Palamara JE, Tyas MJ, Burrow MF. A comparison of resin-modified glass-ionomer and resin composite polymerisation shrinkage stress in a wet environment. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014;29:33-41.
310. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater.* 2005;21(1):36-42.
311. Kruzic JJ, Arsecularatne JA, Tanaka CB, Hoffman MJ, Cesar PF. Recent advances in understanding the fatigue and wear behavior of dental composites and ceramics. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018;88:504-33.
312. Aggarwal V, Logani A, Jain V, Shah N. Effect of cyclic loading on marginal adaptation and bond strength in direct vs. indirect class II MO composite restorations. *Oper Dent.* 2008;33(5):587-92.
313. Pongprueksa P, Kuphasuk W, Senawongse P. Effect of elastic cavity wall and occlusal loading on microleakage and dentin bond strength. *Oper Dent.* 2007;32(5):466-75.
314. Kruly PC, Giannini M, Pascotto RC, Tokubo LM, Suga USG, Marques ACR, et al. Meta-analysis of the clinical behavior of posterior direct resin restorations: Low polymerization shrinkage resin in comparison to methacrylate composite resin. *PLoS One.* 2018;13(2):e0191942.
315. Delgado AJ, Ritter AV, Donovan TE, Ziemiecki T, Heymann HO. Effect of Finishing Techniques on the Marginal Integrity of Resin-Based Composite and Resin-Modified Glass Ionomer Restoration. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(4):184-93.
316. Kim YG, Hirano S. Setting shrinkage and hygroscopic expansion of resin-modified glass-ionomer in experimental cylindrical cavities. *Dent Mater J.* 1999;18(1):63-75.
317. Mjör IA, Toffenetti F. Secondary caries: a literature review with case reports. *Quintessence Int.* 2000;31(3):165-79.

318. Mjör IA. Glass-ionomer cement restorations and secondary caries: a preliminary report. *Quintessence Int.* 1996;27(3):171-4.
319. Randall RC, Wilson NH. Glass-ionomer restoratives: a systematic review of a secondary caries treatment effect. *J Dent Res.* 1999;78(2):628-37.
320. Mount GJ. Glass ionomers: a review of their current status. *Oper Dent.* 1999;24(2):115-24.
321. Zainuddin N, Karpukhina N, Hill RG, Law RV. A long-term study on the setting reaction of glass ionomer cements by <sup>27</sup>Al MAS-NMR spectroscopy. *Dent Mater.* 2009;25(3):290-5.
322. Preston AJ, Mair LH, Agalamanyi EA, Higham SM. Fluoride release from aesthetic dental materials. *J Oral Rehabil.* 1999;26(2):123-9.
323. Preston AJ, Higham SM, Agalamanyi EA, Mair LH. Fluoride recharge of aesthetic dental materials. *J Oral Rehabil.* 1999;26(12):936-40.
324. McCabe JF. Resin-modified glass-ionomers. *Biomaterials.* 1998;19(6):521-7.
325. Mickenautsch S, Yengopal V. Demineralization of hard tooth tissue adjacent to resin-modified glass-ionomers and composite resins: a quantitative systematic review. *J Oral Sci.* 2010;52(3):347-57.
326. Carlén A, Nikdel K, Wennerberg A, Holmberg K, Olsson J. Surface characteristics and in vitro biofilm formation on glass ionomer and composite resin. *Biomaterials.* 2001;22(5):481-7.
327. Poggio C, Arciola CR, Rosti F, Scribante A, Saino E, Visai L. Adhesion of *Streptococcus mutans* to different restorative materials. *Int J Artif Organs.* 2009;32(9):671-7.
328. Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res.* 2004;38(3):182-91.
329. Hahnel S, Ionescu AC, Cazzaniga G, Ottobelli M, Brambilla E. Biofilm formation and release of fluoride from dental restorative materials in relation to their surface properties. *J Dent.* 2017;60:14-24.
330. Beyth N, Domb AJ, Weiss E. An in vitro quantitative antibacterial analysis of amalgam and composite resins. *J Dent.* 2007;35(3):201-6.
331. Motevasselian F, Zibafar E, Yassini E, Mirzaei M, Pourmirhoseni N. Adherence of *Streptococcus Mutans* to Microhybrid and Nanohybrid Resin Composites and Dental Amalgam: An In Vitro Study. *J Dent (Tehran).* 2017;14(6):337-43.
332. Deligeorgi V, Mjör IA, Wilson NH. An overview of reasons for the placement and replacement of restorations. *Prim Dent Care.* 2001;8(1):5-11.
333. Beck F, Lettner S, Graf A, Bitriol B, Dumitrescu N, Bauer P, et al. Survival of direct resin restorations in posterior teeth within a 19-year period (1996-2015): A meta-analysis of prospective studies. *Dent Mater.* 2015;31(8):958-85.
334. Mitsunashi A, Hanaoka K, Teranaka T. Fracture toughness of resin-modified glass ionomer restorative materials: effect of powder/liquid ratio and powder particle size reduction on fracture toughness. *Dent Mater.* 2003;19(8):747-57.
335. Van Dijken JW, Pallesen U. Long-term dentin retention of etch-and-rinse and self-etch adhesives and a resin-modified glass ionomer cement in non-carious cervical lesions. *Dent Mater.* 2008;24(7):915-22.





## **APÉNDICE**



## Anexo I. Comité Ético de Investigación en Humanos.

VNIVERSITAT  
D VALÈNCIA  
Vicerectorat d'Investigació i Política Científica

**D. Fernando A. Verdú Pascual**, Profesor Titular de Medicina Legal y Forense, y Secretario del Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

CERTIFICA:

Que el Comité Ético de Investigación en Humanos, en la reunión celebrada el día 14 de mayo de 2014, una vez estudiado el proyecto de investigación titulado:

*“Estudio “in vivo” del comportamiento de las restauraciones de ionómero de vidrio en pacientes discapacitados. Nuevos ionómeros de vidrio frente a las restauraciones de resina compuesta y amalgama de plata”, número de procedimiento H1395331357926,*

cuya investigadora responsable es Dña. María Grau Benítez, ha acordado informar favorablemente el mismo dado que se respetan los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, en el Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y cumple los requisitos establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética.

Y para que conste, se firma el presente certificado en Valencia, a quince de mayo de dos mil catorce.

Carrer: Blasco Ibáñez, 13  
VALÈNCIA 46101

Telèfon: (96) 386 41 09  
Fax: (96) 398 32 21  
e-mail: vicerec.investigacio@uv.es

## Anexo II. Consentimiento informado para estudio de investigación.

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

D/Dña \_\_\_\_\_ con  
DNI \_\_\_\_\_ tutor-a, responsable de \_\_\_\_\_

declaro que Dña María Grau Benítez, como especialista en Odontología para Pacientes Especiales, me comunica que va a participar en un estudio de investigación, lo que no va a influir en el seguimiento de su enfermedad ni el tratamiento odontológico necesario posterior. Consiento que se le realice una exploración dental gratuita con el fin de obtener información en cuanto a patología y hábitos orales, así como diversos datos acerca del manejo de la conducta, todo ello encaminado a obtener un mayor conocimiento por parte de los profesionales de la Odontología y así poder llevar a cabo un tratamiento lo más correcto posible.

Del mismo modo acepto que los datos y los registros fotográficos obtenidos puedan ser divulgados dentro del grupo de médicos especialistas para un mejor conocimiento.

He comprendido las explicaciones que me ha facilitado el facultativo que nos ha atendido; me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.

Sé que puedo interrumpir la participación en dicho estudio libremente, y se me explica que, si tras la finalización del estudio se descubre alguna necesidad de tratamiento, tengo la posibilidad de acudir a una cita posterior en la Clínica Odontológica de Pacientes Especiales de Valencia para que sea tratado-a por profesionales especialistas en el manejo de pacientes con diversidad funcional

Acepto de modo voluntario la participación en el estudio.

\_\_\_\_\_, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_\_

Facultativo responsable

Tutor/a testigo

Fdo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Anexo III. Consentimiento informado de obturaciones.

### CONSENTIMIENTO OBTURACIONES

D/Dña \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_, con domicilio en \_\_\_\_\_, tutor-a responsable de \_\_\_\_\_, DECLARA:

Que he sido informado por la doctora abajo firmante de lo siguiente:

- 1º. Que es necesario realizar una obturación o empaste a un diente o molar.
  - 2º. Que el propósito principal de la intervención es restaurar los tejidos dentarios duros y proteger la pulpa, para conservar el diente/molar y su función, restableciendo al tiempo, siempre que sea posible, la estética adecuada.
  - 3º. Que el tratamiento que voy a recibir implica la administración de anestesia local, que consiste en proporcionar, mediante una inyección, sustancias que provocan un bloqueo reversible de los nervios de tal manera que se inhibe transitoriamente la sensibilidad con el fin de realizar el tratamiento sin dolor.
  - 4º. Que tendré la sensación de acorchamiento del labio o de la cara, que normalmente van a desaparecer en dos o tres horas.
  - 5º. Que la administración de la anestesia puede provocar, en el punto en el que se administre la inyección, ulceración de la mucosa y dolor, y menos frecuentemente, limitaciones en el movimiento de apertura de la boca, que pueden requerir tratamiento ulterior, y que la anestesia puede provocar bajada de tensión que, en casos menos frecuentes, pueden provocar un síncope o fibrilación ventricular, que deben tratarse posteriormente, e, incluso, excepcionalmente, la muerte.
  - 6º. Que, aunque de mis antecedentes personales no se deducen posibles alergias o alergia al agente anestésico, la anestesia puede provocar urticaria, dermatitis, asma, edema angioneurótico (asfixia), que en casos extremos puede requerir tratamiento urgente.
  - 7º. Que la intervención consiste en limpiar la cavidad de tejido enfermo y rellenarla posteriormente para conseguir un sellado hermético, conservando el diente/molar.
  - 8º. Que es frecuente que se produzca una mayor sensibilidad, sobre todo al frío, que normalmente desaparecerá de modo espontáneo.
  - 9º. Que es recomendable que vuelva a visitarle lo más pronto posible, si advierto signos de movilidad o alteraciones de la oclusión, pues en ese caso sería preciso ajustar la oclusión, para aliviar el dolor y para impedir la formación de una enfermedad periodontal y/o trauma.
  - 10º. Que el sellado hermético puede reactivar procesos infecciosos que hagan necesaria la endodoncia y que, especialmente si la caries es profunda, el diente/molar quedará frágil y podrá ser necesario llevar a cabo otro tipo de reconstrucción o colocar una corona protésica.
  - 11º. Que es posible que no me encuentre satisfecho con la forma y el color del diente tras el tratamiento, porque las cualidades de las restauraciones directas nunca serán idénticas a su aspecto de diente sano.
  - 12º. Que todo acto quirúrgico lleva implícitas una serie de complicaciones comunes y potencialmente serias que podrían requerir tratamientos complementarios tanto médicos como quirúrgicos.
  - 13º. Que en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presto.
- Por ello manifiesto que estoy satisfecho-a con la información recibida y que comprendo el alcance y los riesgos del tratamiento.

Y en tales condiciones consiento que se me practique el tratamiento que me ha explicado la Dra. María Grau, colegiado número 46004045 del Ilustre Colegio de Odontólogos de Valencia, y/o por cualquier miembro de su equipo odontológico.

EN \_\_\_\_\_ a \_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

FIRMA

Anexo IV. Cuestionario CAMBRA.

CUESTIONARIO CAMBRA MODIFICADO PARA EDADES A PARTIR DE 6 AÑOS							
NOMBRE: _____							
EDAD: _____	FECHA: ___/___/___	sí	sí	sí			
(A) INDICADORES DE LA ENFERMEDAD							
LESIONES DE CARIES EN DENTINA (DIAGNÓSTICO VISUAL O RADIOGRÁFICO)							
LESIONES DE CARIES EN ESMALTE (DIAGNÓSTICO VISUAL, DIAGNOCAM O RADIOGRÁFICO)							
LESIONES BLANCAS DE CARIES EN SUPERFICIES LISAS							
OBTURACIONES REALIZADAS EN LOS ÚLTIMOS TRES AÑOS							
(B) FACTORES DE RIESGO (EFECTUAR "PRUEBAS" SI EXISTE ALGÚN INDICADOR DE ENFERMEDAD)							
GRAN CANTIDAD DE PLACA EN LOS DIENTES							
FACTORES QUE REDUCEN EL FLUJO SALIVAL (MEDICACIÓN, RADIACIÓN, ENFERMEDAD)							
FLUJO SALIVAL ESTIMULADO INADECUADO (POR OBSERVACIÓN O POR MEDICIÓN MENOR A 1 ML/MINUTO)							
CONSUMO MAYOR A TRES INGESTAS ENTRE HORAS (PICOTEO)							
RAÍCES EXPUESTAS							
EN TRATAMIENTO DE ORTODONCIA FIJA							
FOSAS Y FISURAS OCLUSALES PROFUNDAS							
USUARIO DE DROGAS DE DISEÑO							
PRUEBA: CULTIVO DE LACTOBACILOS Y DE ESTREPTOCOCOS CON NIVEL MEDIO O ALTO							
PRUEBA: BAJA CAPACIDAD TAMPÓN DE LA SALIVA							
(C) FACTORES PROTECTORES							
VIVE EN UNA ÁREA CON AGUA FLUORADA							
UTILIZA UN ENJUAGUE FLUORADO DIARIAMENTE							
SE CEPILLA CON PASTA FLUORADA COMO MÍNIMO UNA VEZ AL DÍA							
SE CEPILLA CON PASTA FLUORADA COMO MÍNIMO DOS VECES AL DÍA							
SE CEPILLA DIARIAMENTE CON UNA PASTA DENTAL FLUORADA CON 5000 PPM DE FLÚOR							
UTILIZA UNA PASTA DENTAL QUE CONTIENE UN 1,5% DE ARGININA							
RECIBE UNA APLICACIÓN SEMESTRAL DE BARNIZ DE CLORHEXIDINA Y TIMOL							
RECIBE UNA APLICACIÓN SEMESTRAL DE BARNIZ O GEL PROFESIONAL DE FLÚOR							
HA TOMADO 1 MGR DE XYLITOL 5 VECES AL DÍA DURANTE LOS ÚLTIMOS SEIS MESES							
PUNTUACIÓN TOTAL DEL RIESGO DE CARIES (2 POR INDICADOR, MÁS 1 POR F. RIESGO, MENOS 1 POR F. PROTECTOR)	A+B-C=	<input type="text"/>	PUNTOS	<input type="text"/> X2(A) <input type="text"/> X1(B) <input type="text"/> X1(C)			
CULTIVO DE ESTREPTOCOCOS	ALTO	MEDIO	BAJO	CULTIVO DE LACTOBACILOS	ALTO	MEDIO	BAJO
FLUJO SALIVAL ESTIMULADO	___ML/MIN						
¿SE HAN DADO RECOMENDACIONES ESCRITAS?	SÍ	NO	PRÓXIMO CONTROL: ___/___/___				
OBJETIVOS DE AUTOCUIDADO: 1. _____ 2. _____							
BAJO RIESGO (-9 A 4 PUNTOS)		ALTO RIESGO (5 A 18 PUNTOS)					

Anexo V. Tablas de revisión de materiales.

PACIENTE:  
 DIENTE:  
 MATERIAL:

Características clínicas	Alfa	Bravo	Charlie	Delta	1ª REVISIÓN
Forma anatómica					
Estabilidad del color					
Tinción de la restauración					
Tinción marginal					
Adaptación marginal					
Caries secundaria					
Fractura y retención					
Características clínicas	Alfa	Bravo	Charlie	Delta	2ª REVISIÓN
Forma anatómica					
Estabilidad del color					
Tinción de la restauración					
Tinción marginal					
Adaptación marginal					
Caries secundaria					
Fractura y retención					
Características clínicas	Alfa	Bravo	Charlie	Delta	3ª REVISIÓN
Forma anatómica					
Estabilidad del color					
Tinción de la restauración					
Tinción marginal					
Adaptación marginal					
Caries secundaria					
Fractura y retención					

Anexo VI. Tablas de evolución de las características estudiadas.

**T1.- EVOLUCIÓN FORMA ANATÓMICA según MATERIAL**

		MATERIAL							
		Total		Ionómero de vidrio		Resina compuesta		Amalgama de plata	
		N	%	N	%	N	%	N	%
FORMA T1	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Bravo	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
FORMA T2	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Bravo	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
FORMA T3	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	99	97,1%	31	91,2%	34	100,0%	34	100,0%
	Bravo	3	2,9%	3	8,8%	0	,0%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%

**T2.- EVOLUCIÓN ESTABILIDAD DEL COLOR según MATERIAL**

		MATERIAL					
		Total		Ionómero de vidrio		Resina compuesta	
		N	%	N	%	N	%
COLOR T1	Total	68	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	68	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Bravo	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%
COLOR T2	Total	68	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	68	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Bravo	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%
COLOR T3	Total	68	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	67	98,5%	33	97,1%	34	100,0%
	Bravo	1	1,5%	1	2,9%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%



### T3.- EVOLUCIÓN TINCIÓN DE LA RESTAURACIÓN según MATERIAL

		MATERIAL							
		Total		Ionómero de vidrio		Resina compuesta		Amalgama de plata	
		N	%	N	%	N	%	N	%
TINCION T1	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	101	99,0%	34	100,0%	33	97,1%	34	100,0%
	Bravo	1	1,0%	0	,0%	1	2,9%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
TINCION T2	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	100	98,0%	33	97,1%	33	97,1%	34	100,0%
	Bravo	2	2,0%	1	2,9%	1	2,9%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
TINCION T3	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	97	95,1%	33	97,1%	31	91,2%	33	97,1%
	Bravo	4	3,9%	1	2,9%	2	5,9%	1	2,9%
	Charlie	1	1,0%	0	,0%	1	2,9%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%

### T4.- EVOLUCIÓN TINCIÓN MARGINAL según MATERIAL

		MATERIAL							
		Total		Ionómero de vidrio		Resina compuesta		Amalgama de plata	
		N	%	N	%	N	%	N	%
TINC MAR T1	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	101	99,0%	34	100,0%	33	97,1%	34	100,0%
	Bravo	1	1,0%	0	,0%	1	2,9%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
TINC MAR T2	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	98	96,1%	34	100,0%	31	91,2%	33	97,1%
	Bravo	3	2,9%	0	,0%	2	5,9%	1	2,9%
	Charlie	1	1,0%	0	,0%	1	2,9%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
TINC MAR T3	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	94	92,2%	31	91,2%	31	91,2%	32	94,1%
	Bravo	7	6,9%	3	8,8%	2	5,9%	2	5,9%
	Charlie	1	1,0%	0	,0%	1	2,9%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%

### **T5.- ADAPTACIÓN MARGINAL según MATERIAL**

		MATERIAL							
		Total		Ionómero de vidrio		Resina compuesta		Amalgama de plata	
		N	%	N	%	N	%	N	%
ADAPMAR T1	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Bravo	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
ADAPMAR T2	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	99	97,1%	33	97,1%	33	97,1%	33	97,1%
	Bravo	2	2,0%	1	2,9%	0	,0%	1	2,9%
	Charlie	1	1,0%	0	,0%	1	2,9%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
ADAPMAR T3	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	99	97,1%	33	97,1%	33	97,1%	33	97,1%
	Bravo	2	2,0%	1	2,9%	0	,0%	1	2,9%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	1	1,0%	0	,0%	1	2,9%	0	,0%

### **T6.- CARIES SECUNDARIAS según MATERIAL**

		MATERIAL							
		Total		Ionómero de vidrio		Resina compuesta		Amalgama de plata	
		N	%	N	%	N	%	N	%
CARISEC T1	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Bravo	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
CARISEC T2	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	101	99,0%	34	100,0%	33	97,1%	34	100,0%
	Bravo	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Charlie	1	1,0%	0	,0%	1	2,9%	0	,0%
	Delta	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
CARISEC T3	Total	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	Alfa	101	99,0%	34	100,0%	33	97,1%	34	100,0%
	Bravo	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Charlie	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	Delta	1	1,0%	0	,0%	1	2,9%	0	,0%

## **T7.- FRACTURA Y RETENCIÓN según MATERIAL**

		MATERIAL							
		Total		Ionómero de vidrio		Resina compuesta		Amalgama de plata	
		N	%	N	%	N	%	N	%
<b>FRACTU T1</b>	<b>Total</b>	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	<b>Alfa</b>	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	<b>Bravo</b>	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	<b>Charlie</b>	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	<b>Delta</b>	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
<b>FRACTU T2</b>	<b>Total</b>	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	<b>Alfa</b>	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	<b>Bravo</b>	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	<b>Charlie</b>	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	<b>Delta</b>	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
<b>FRACTU T3</b>	<b>Total</b>	102	100,0%	34	100,0%	34	100,0%	34	100,0%
	<b>Alfa</b>	101	99,0%	33	97,1%	34	100,0%	34	100,0%
	<b>Bravo</b>	1	1,0%	1	2,9%	0	,0%	0	,0%
	<b>Charlie</b>	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%
	<b>Delta</b>	0	,0%	0	,0%	0	,0%	0	,0%

Anexo VII. Fotografías. Cavidad y material restaurador.

