



MEDIKUNTZA
ETA ERIZAINNTZA
FAKULTATEA
FACULTAD
DE MEDICINA
Y ENFERMERÍA

50
URTE
AÑOS

Gradu Amaierako Lana / Trabajo Fin de Grado

Odontologiako Gradua / Grado en Odontología

CEMENTADO DE RESTAURACIONES INDIRECTAS. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Lanaren azpititulua / Subtítulo del trabajo

Egilea /Autor:

Miriam Usechi Goñi

Zuzendaria / Director/a:

Alfonso Arellano Cabornero

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | OBJETIVOS | 3 |
| 3 | MATERIAL Y MÉTODOS | 4 |
| 4 | RESULTADOS - DISCUSIÓN | 6 |
| 4.1 | FACTORES ASOCIADOS AL CEMENTO | 6 |
| 4.1.1 | Composición del cemento..... | 7 |
| 4.1.2 | Manejo y presentación clínica de la preparación del cemento..... | 9 |
| 4.1.3 | Fluidez/Viscosidad del cemento..... | 9 |
| 4.1.4 | Tiempo de trabajo y de fraguado | 9 |
| 4.1.5 | Espesor de película | 10 |
| 4.1.6 | Solubilidad en medio oral | 11 |
| 4.1.7 | Características del sustrato | 11 |
| 4.1.8 | Material y morfología de restauración empleada | 12 |
| 4.1.9 | Ajuste | 12 |
| 4.2 | CONSIDERACIONES DE LOS CEMENTOS SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS | 14 |
| 4.3 | TIPOS DE CEMENTACIÓN SEGÚN SU CAPACIDAD ADHESIVA | 15 |
| 4.4 | TRATAMIENTO DEL SUSTRATO SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS | 16 |
| 4.5 | TRATAMIENTO DEL MATERIAL RESTAURADOR ATENDIENDO A LA NATURALEZA DEL MISMO. | 19 |
| 4.5.1 | Preparación de materiales híbridos poliméricos para Cad-Cam | 19 |
| 4.5.2 | Preparación de porcelana vítrea..... | 20 |
| 4.5.3 | Preparación de porcelana policristalina..... | 21 |
| 4.5.4 | Preparación de disilicato de litio | 22 |
| 4.5.5 | Preparación de restauraciones de alumina y zirconia | 23 |
| 4.5.6 | Preparación de restauraciones metálicas | 24 |
| 4.6 | CONSIDERACIONES DE LAS RESTAURACIONES ATENDIENDO A SU EXTENSIÓN | 24 |
| 4.7 | VARIABILIDAD RESULTANTE DE LA COMBINACIÓN DE NATURALEZA Y MORFOLOGÍA DE UNA RESTAURACIÓN | 27 |
| 4.8 | OPCIONES DISPONIBLES PARA ELECCIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE | 29 |

| | | |
|----------|---------------------------|-----------|
| 5 | CONCLUSIONES | 32 |
| 6 | BIBLIOGRAFÍA | 35 |

1 INTRODUCCIÓN

Se denominan restauraciones indirectas a aquellas en las que el material restaurador se conforma y endurece fuera de la boca. Habitualmente se fabrican en laboratorio, aunque podrían realizarse en el consultorio o en el propio gabinete.

Tradicionalmente se conseguían fundiendo metales nobles, como el oro, o sometiendo materiales cerámicos a procesos de cocción de alta temperatura. Las restauraciones metálicas se conformaban gracias al procedimiento de la cera perdida, y las de cerámica se conseguían gracias a largos procesos de estratificación sobre modelo (García, 2014).

Sin embargo, desde que en 1970 el Dr. Francois Duret visionó cómo la tecnología digital que ya ocupaba otras áreas podría servir en la odontología, se ha ido desarrollando el reconocimiento digital de superficies hasta convertirse en los sistemas CAD-CAM que conocemos hoy en día. Gracias a esto, una fresadora controlada por un ordenador talla un bloque del material seleccionado con una precisión cada vez mayor y en tiempo record.

Como es apreciable, el mundo de los procedimientos indirectos está viviendo un progreso continuo que conduce cada vez a restauraciones con mejores propiedades, de menor grosor, más estéticas y más conservadoras por tanto con el tejido dental.

En todos los casos se trata de restauraciones rígidas destinadas a ocupar espacios poco o nada retentivos, que se sujetarán gracias a los distintos cementos disponibles y cada vez con más frecuencia, gracias a su capacidad de adhesión. La tendencia es que el material sólo sustituya la estructura dental perdida conectándose con el diente por medio de la adhesión de los materiales cementantes.

El cementado de las restauraciones indirectas en prótesis fija es crítico a la hora de lograr una adecuada retención, resistencia y sellado de la interfase entre el material restaurador y el diente, ya que esto determinará el comportamiento y la durabilidad de la restauración a largo plazo.

La cementación adhesiva ha demostrado ser la más eficaz para alcanzar objetivos (Stangel, Ellis & Sacher, 2007). De hecho, dada su elevada fuerza de unión, es el único tipo de

cementado que se puede emplear cuando manejamos restauraciones con escasa retención por fricción.

La cementación es un proceso fácilmente entendible, pero complejo técnicamente debido a la gran cantidad de factores y particularidades que pueden encontrarse en el proceso; una de las más destacables es la alta sensibilidad a la manipulación que tiene según qué operador lo lleve a cabo.

Por otro lado, debe recordarse que la cavidad oral acumula diversas condiciones que la convierten en un entorno hostil para alcanzar el éxito clínico en el cementado. Entre las más relevantes se incluye la permanente humedad y contaminación que produce la saliva, los cambios químicos y térmicos que produce la alimentación humana y las fuerzas a la que estará sometida, que desafían la calidad de la restauración.

Este trabajo intenta analizar los factores más relevantes para el proceso de cementación, atendiendo a las variaciones que podemos encontrar en él, y revisando al mismo tiempo las recomendaciones clínicas respaldadas por la bibliografía y estudiando las opciones y guías de utilización que ofrecen las casas comerciales más conocidas en el panorama actual.

2 OBJETIVOS

Para conseguir el éxito de una restauración y principalmente un buen pronóstico a largo plazo, deben seguirse los preceptos más indicados para cada caso concreto.

Se ha realizado una revisión con el objetivo de establecer el modo de actuación y la selección del cemento más recomendado en cada situación clínica.

Para ello, el trabajo se ha centrado en las siguientes cuestiones:

1. Determinar los factores involucrados en la cementación.
2. Exponer los procedimientos más recomendados de preparación del sustrato.
3. Formular los pasos a realizar en el tratamiento del material restaurador.
4. Definir los protocolos de cementación más eficientes clínicamente.
5. Seleccionar el tipo de cemento más indicado para cada tipo de restauración.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha recogido información realizando una revisión de artículos publicados sobre los factores más relevantes que afectan a la cementación y a los procedimientos relacionados con ella. Las búsquedas se llevaron a cabo en la base de datos MEDLINE a partir del motor de búsqueda PubMed.

El criterio para incluir los artículos obtenidos en las diferentes búsquedas fue la adecuación a los objetivos que se deseaban estudiar. Para ello, se procedió a la lectura de todos los resúmenes, con el objetivo de validar su pertinencia. En algunos casos, fue necesaria la lectura de los artículos completos, dado que el resumen pudo ocasionar cierta confusión o no era adecuado aparentemente. Todo este proceso fue supervisado por el tutor.

Para ello, se emplearon palabras clave (Tabla 1) y se cruzaron sus resultados para obtener artículos de mayor especificidad.

No se realizaron exclusiones por idioma, aunque las búsquedas se realizaron en inglés y español.

Tabla 1. *Key Words*

| | | | |
|---------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| Cementation | Fluidity | Cement thickness | Oral solubility |
| Restoration fitting | Restoration seating | Adjustment | YAG |
| IDS | Particle abrasion | Self-adhesive | Self-etching |

De esta manera se obtuvieron un total de 1383 artículos de los cuales fueron seleccionados para la realización de este trabajo 70.

Por otro lado, se empleó como literatura divulgativa de consulta el libro Patología y terapéutica dental. Operatoria dental y endodoncia. 2ª edición del autor Javier García Barbero

Finalmente, se consultaron las páginas de algunas de las casas comerciales más relevantes y sus hojas de recomendación sobre los productos que de interés:

- Ivoclar Vivodent
- Kerr
- 3M
- Voco
- Densply
- GC

4 RESULTADOS - DISCUSIÓN

Dada la dispersión de resultados de la revisión bibliográfica, se han conectado con la discusión para obtener conceptos más genéricos que permitan agrupar las distintas circunstancias y hacerlo más coherente y fácil de comprender. Sin embargo, los resultados se han ido jerarquizando para poder discriminar adecuadamente el elevado número de factores involucrados.

4.1 FACTORES ASOCIADOS AL CEMENTO

A pesar de la diversa naturaleza de los cementos empleados actualmente, los factores que van a afectar al proceso del cementado incluyen los aspectos básicos del procedimiento, que van desde la preparación del sustrato y la toma de impresiones del modelo dental hasta la elaboración de la restauración definitiva. Sin embargo, resulta interesante considerar asimismo otros factores mucho más específicos, tales como:

1. Composición del cemento
2. Manejo y presentación clínica de la preparación del cemento
3. Fluidez/Viscosidad del cemento
4. Tiempo de trabajo y tiempo de fraguado
5. Espesor de película
6. Solubilidad en medio oral
7. Características del sustrato
8. Material de restauración empleado
9. Ajuste

Puede observarse que algunas de estas características son intrínsecas y dependientes exclusivamente del cemento, como son los factores del 1 al 6. Por ello, han de dominarse

los conceptos y conocer cuáles son las características específicas del cemento que va a emplearse en cada ocasión. Sin embargo, los tres factores restantes están también asociados al cemento y son parte crucial del proceso cementante, pero en ellos interviene cobrando un papel fundamental la acción del clínico.

A continuación, se explicarán de manera más detallada cada uno de los factores citados:

4.1.1 Composición del cemento

- **Cementos de óxido de zinc-eugenol:** Son buenos aislantes térmicos, sirven de protectores pulpares y suelen emplearse para restauraciones temporales.

Reacción química: Cristalización.

- **Cementos de óxido de zinc modificados:** Son materiales que además de óxido de zinc tienen otros materiales que les dotan de más propiedades. Se emplean en obturaciones temporales que necesiten permanecer por más tiempo en la boca, ya que soportan mucho mejor las fuerzas. Ejemplo de ellos son el Temp-Bond o el IRM.

- **Cementos de fosfato de zinc:** Son materiales utilizados para la cementación definitiva de restauraciones indirectas con retención propia por fricción, ya que carece de propiedades adhesivas y no es estético.

Reacción química: cristalización exotérmica

- **Cementos de silicato:** Se utilizaron hace algunos años como material restaurador estético, pero las resinas compuestas los han dejado obsoletos. Se emplean únicamente por su potencial anticariogénico, ya que poseen un alto contenido en flúor.

Reacción química: quelación

- **Cementos de policarboxilato:** Son los primeros cementos con verdadero potencial adhesivo al tejido dentario, altamente biocompatible y de efecto anticariogénico.

Reacción química: quelación

- **Cementos de ionómero de vidrio:** Materiales muy utilizados en la actualidad por su versatilidad y amplio campo de empleo. Son de primera elección en restauración de muñones dentales, cavidades en odontopediatría y como sellador de fosas y fisuras.

Su composición ha evolucionado desde sus inicios hasta el momento actual, que se introducen, en distintas proporciones, resinas o partículas de relleno de composite unidos a resinas. Esto ha dado lugar a la amplia gama de productos disponibles en el mercado, todos ellos bajo la misma denominación.

Fraguado: auto y fotopolimerizable.

Presentaciones comerciales: Ketac Cem, GC Fuji Plus, Vivaglass Cem PL

- **Cementos de Resina:** Supusieron una gran evolución. Se tratan de resinas compuestas cuya consistencia y fluidez las convierten en aptas para cumplir la función de cemento. Se caracterizan por estar conformadas por una base resinosa con un relleno variable. Están indicados para las restauraciones indirectas en prácticamente cualquier situación. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que han de emplearse con una técnica multi-pasos de cuidadosa realización.
- **Compómeros:** Materiales formados por un mayor porcentaje de resinas compuestas que se modifican con porcentajes variables de ionómeros de vidrio. Se utilizan para obturaciones indirectas cuya retención depende casi de manera exclusiva de la capacidad adhesiva del cemento.

Reacción química: Doble; foto-polimerización y reacción ácido-base.

- **Cementos autoadhesivos:** Caracterizados por la presencia de monómeros ácidos en su composición destinados al autograbado. No requieren adhesivos para ligarse al remanente dental. Debe destacarse también la sencillez de manejo y la universalidad de los mismos, que ha contribuido a que su uso se haya extendido notablemente.

4.1.2 Manejo y presentación clínica de la preparación del cemento

La presentación comercial clásicamente era en formato polvo de mezcla, que se unía bien a líquido o a gel. Con el tiempo se ha avanzado hacia las presentaciones predosificadas, evitando así la variabilidad en las cantidades y la obtención de consistencias dispares. Sin embargo, las extendidas pistolas de carga fija que suministran dosis unitarias mejoran la tarea, pero siguen arrastrando el conflicto de la mezcla. Las cápsulas de batido mecánico, así como las pistolas con puntas de automezcla aportan cantidades adecuadas y eliminan la variabilidad de la mezcla manual.

4.1.3 Fluidez/Viscosidad del cemento

Ambos factores están relacionados e íntimamente vinculados también con la humectancia. Los cementos son aplicados en fase plástica (semifluida) y esta condición de fluidez directamente asociada con el material, afecta a la capacidad de tomar contacto con las superficies involucradas. La viscosidad permite un manejo más apropiado del material ya que está destinado a ocupar un espacio crítico, muy estrecho, para lo que se requiere una adecuada fluidez. Debe tenerse en cuenta la temperatura a la que se encuentra el cemento ya que es un parámetro que afecta directamente a la viscosidad (Bagheri, 2013).

Las condiciones de humectancia y viscosidad tienen una influencia directa y muy relevante en el ajuste, una de las condiciones clínicas más importantes.

La elección correcta de un cemento según sus propiedades para cierto tipo de material podría resultar incompatible debido a su viscosidad para algunos tipos de restauración. Ejemplo de ello sería escoger un cemento de alta viscosidad para una carilla de mínimo espesor, que podría provocar la fractura de la misma en el momento del asentamiento.

4.1.4 Tiempo de trabajo y de fraguado

- Tiempo de fraguado se define como: la cantidad de tiempo que dura el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del cemento.

- Tiempo de trabajo: tiempo comprendido entre el estado semifluido que se obtiene al final de la mezcla del cemento y el estado de fraguado final, cuando el material ha alcanzado una consistencia sólida

Para considerar que un cemento posee un tiempo de trabajo aceptable ha de estar en un punto intermedio de rapidez.

Los tiempos de trabajo breves, obtienen de manera rápida rigidez y retención, evitando así que el cemento fluya en exceso, y que ocurran desplazamientos no deseables en el período de espera.

Por otro lado, el asentamiento preceptivo de restauraciones de múltiples unidades requerirá de tiempos de trabajo más extensos, por lo que el fraguado deberá ser más lento o completamente controlable por el operador.

Los cementos autopolimerizables y duales son más susceptibles a los tiempos de trabajo menos apropiados (Alovisi et al., 2018), ya que el operador no tendrá control sobre los mismos. Por el contrario, los cementos fotopolimerizables son idóneos para estas circunstancias, si bien pueden verse afectados por la incidencia de luz intensa que inicie o acelere su fraguado de manera no deseada.

4.1.5 Espesor de película

Se trata de una característica definitiva para conseguir el ajuste que se pretende clínicamente. Viene determinado en primer lugar por la cantidad de espaciado que el protésico haya aplicado a la restauración y al pilar que le ha sido enviado. Lo mismo ocurre si el espaciado es realizado por tecnología CAD-CAM (Kale et al., 2016). En segundo lugar, por la capacidad intrínseca del cemento para ocupar ese espacio preparado para el mismo, y sólo ese. Los cementos con alta viscosidad pueden tener dificultades para adaptarse a espacios pequeños. Esta situación es mucho más evidente en espacios muy restringidos, donde se encuentra gran dificultad para comprimir el cemento hasta el espesor necesario para obtener el ajuste que se ha diseñado.

Suele existir por tanto un problema clínico entre la capacidad del protésico para espaciar con precisión, el ajuste real de la restauración, y la capacidad del cemento para ocupar exclusivamente el espacio diseñado para él mismo. A mayor complejidad de la preparación, más probable será la proliferación de espacios de acumulación del cemento o de burbujas de aire, lo que afectará al ajuste y todavía más importante, a la capacidad de resistir carga mecánica.

4.1.6 Solubilidad en medio oral

Se trata de la capacidad de los cementos para disolverse al mezclarse con un líquido, en este caso, la saliva del medio oral.

En la actualidad esto ya no supone un problema puesto que los compuestos resinosos apenas son solubles en el medio oral. Sin embargo, se plantea un frente diferente que es la capacidad de absorber agua que tienen algunos cementos. Esto puede aumentar su volumen, además de disminuir su resistencia al romperse enlaces moleculares, dando como resultado desajustes marginales, fracturas y filtraciones.

4.1.7 Características del sustrato

La variabilidad que puede encontrarse en este punto es enorme, y por ello deberán tenerse en cuenta todas las peculiaridades de la preparación sobre la que se trabajará. Habrá que considerar por ello su composición en primer lugar, pudiendo trabajar sobre un implante o sobre un diente natural. En caso de ser sobre un implante deberá puntualizarse si se trata de un pilar de metal u óxido metálico o de algún tipo de polímero (cerámico o no). Sin embargo, en caso de ser un muñón puramente dental entrarán en juego muchos más factores, tales como el estado del remanente (diente vital o tratado endodóncicamente), si hay restauraciones previas, si la preparación tiene esmalte conservado o sólo dentina. Deberá atenderse también a la retención de la preparación y así, aun siendo un diente natural deberemos realizar la cementación sobre materiales restauradores como pernos, pernos-muñón colados, etc.

Todas estas particularidades han de ser tomadas en consideración y atendidas y tratadas debidamente para optimizar así la calidad de la cementación de la restauración (Veneziani, 2017), como se explicará más adelante en este trabajo.

4.1.8 Material y morfología de restauración empleada

Existe una correlación entre el tipo de preparación que debe hacerse para algunas restauraciones, y a su vez, ciertas restauraciones van a recibir casi de modo exclusivo, algunos tipos de material.

Las preparaciones más complejas obligarán a centrar la atención sobre los espesores de los cementos y el acceso de la luz para su fraguado (Rueggeberg, Giannini, Arrais & Price, 2017).

A lo largo del trabajo se explicará con mayor detenimiento todas las variantes de materiales y morfología, indicándose la relevancia clínica y preparación de las mismas.

4.1.9 Ajuste

Se define como la capacidad de la restauración de adaptar apropiadamente al muñón. Es una condición sencilla de entender, pero difícil de valorar, puesto que intervienen un gran número de factores que pueden introducir errores, los cuales se podrían ir acumulando. Estos factores comprenden desde la forma y posición de la línea de terminación de la preparación (Ates & Yesil, 2016), pasando por el tipo de cemento, sus características y la técnica empleada, las tomas de impresiones (Kim, Jeong, Lee & Cho, 2016), el desajuste del equipo de fabricación (Kim, Lee, Kwon & Kwon, 2017), hasta los errores propios de las técnicas de medición de los mismos, (momento en el que se realiza, número y posición de puntos medibles, técnica empleada -CT/ MicroCT-).

Este trabajo está enfocado a la cementación, por tanto, se explicará este punto sin perjuicio de la impresión y el error que ésta pudiera arrastrar, ya sea por medios convencionales o digitales, ni del ajuste que se realiza contra el modelo. Partiremos así de la premisa de que se trata de un error clínicamente aceptable.

En la actualidad se puede conseguir buena calidad de ajuste gracias a los cementos y a la precisión de las restauraciones. Se consideran clínicamente aceptables valores menores a $120\mu\text{m}$, aunque con los procedimientos modernos pueden alcanzarse desajustes menores a $80\mu\text{m}$ (Boitelle, Mawussi, Tapie & Fromentin, 2014). Pero debemos partir de la premisa que el cemento inevitablemente ocupa un espacio, que puede alejar la restauración del diente, a pesar de que en el modelo estuviera perfectamente ajustada. Esto devuelve al concepto de que el espesor, la viscosidad, el fraguado, incluso la manipulación del material cementante, pueden afectar al ajuste marginal. La rigidez y la calidad mecánica resuelven parcialmente este problema, pero esto se reflejará en el ajuste oclusal y proximal, los cuales son más complejos de observar, pero pueden dar lugar a contactos en zonas inesperadas, o posiciones de la restauración menos centradas de lo deseado.

Llegados a este punto, debe destacarse la importancia de la elaboración y tallado de los muñones. A mayor complejidad del diseño de la restauración, mayor será la dificultad que entrañe conseguir un óptimo ajuste marginal (Büchi, Ebler, Hämmerle & Sailer, 2014) y más relevancia cobra el espesor del cemento.

Por otro lado, es importante subrayar el papel del espaciado por parte del protésico en lo referente a las zonas de acúmulo, precisión de las capas y ajuste de dicho espaciado al volumen que ocupará el cemento (Rosentritt et al, 2009). Unido esto, además, a que no es una práctica habitual entre los profesionales comunicar al laboratorio cual es el espesor del cemento con el que van a trabajar, para que se otorgue un 20% de margen al espaciar. Por tanto, el laboratorio realizará el trabajo como considere oportuno, por lo que se perderá en gran medida el ajuste marginal y obligará al dentista a tener que ajustar la oclusión tallando la preparación.

En el caso de hacerse en formatos digitales, debe tenerse en cuenta que el programa creará un espacio homogéneo 3D, sin apreciar que la distribución espacial del cemento no es en ningún caso, igual de homogénea. Debería tomarse en consideración el carácter reológico del cemento para conocer así su tixotropía. Si el cemento fuera muy tixotrópico podría ocupar cualquier espacio con la misma facilidad, si no lo fuese, tendería a ocupar con mayor dificultad los espacios pequeños y a acumularse en los espacios más grandes. Si a

esta condición se le suma que, en ocasiones el cemento empleado será autopolimerizable, y que comenzará a perder fluidez, ocupando un espacio que debería fluir, impidiendo así la óptima colocación de la preparación.

El procedimiento de adhesión-retención que se genera, así como el grado de rigidez, van a estar influidos por todos los factores anteriormente citados y a su vez, han de ser modulados por el comportamiento químico del cemento, en cuanto a su capacidad de ser disuelto, la acción bacteriana y la capacidad de liberar elementos como flúor o calcio, que preserven la calidad de los márgenes y eviten la filtración marginal.

Todo ello, ha de estar sometido al criterio de adhesividad de los sustratos, siempre y cuando esto sea viable; donde la preparación de dichos sustratos influirá también de modo definitivo. Bien sea por procedimientos químicos para optimizar la superficie de la restauración o del propio diente, o por procedimientos físicos como el arenado o el empleo de láser, que requerirán posteriormente otros procedimientos de imprimación para dejar la superficie susceptible a la adhesión, como explicaremos más adelante.

4.2 CONSIDERACIONES DE LOS CEMENTOS SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS

Por su modo de fraguado se dividen en:

- Autopolimerizable: Se trata del grupo de cementos de polimerización química, que se lleva a cabo gracias a la mezcla de sus componentes que al unirse inician la reacción de fraguado. Esta característica los convierte en los de elección para aquellas restauraciones a las que la luz no pueda acceder. Ha de mencionarse que en este tipo de cementos la mezcla es muy relevante, una mala mezcla implica una mala polimerización. El tiempo de fraguado no es controlable.
- Fotopolimerizable: Estos cementos polimerizan gracias a la incidencia de la luz, pudiendo por tanto controlar el momento de inicio de fraguado por el clínico. Por el contrario, pueden verse afectados por la acción de luz natural o de la lámpara de iluminación del gabinete, iniciándose el fraguado en momentos indeseados. No

pueden emplearse en aquellas restauraciones de espesores gruesos u opacas. Las carillas de porcelana o resinas compuestas de grosores finos son su indicación absoluta.

- Dual: Pueden actuar con ambos sistemas de polimerización -tanto químico como lumínico-. Habitualmente tienen mayor tendencia a uno de los dos tipos de fraguado. El tiempo del proceso es limitado, pero controlado por la cantidad de inhibidores y activadores de la reacción que incluya (Aguilar et al., 2015). Podrían emplearse en cualquier tipo de restauración indirecta.

4.3 TIPOS DE CEMENTACIÓN SEGÚN SU CAPACIDAD ADHESIVA

En función de la adhesividad o falta de ella los tipos de cementación pueden dividirse en:

- Cementación adhesiva: hace referencia al procedimiento cementante que incluye agentes que promuevan la unión química y/o micromecánica del material restaurador al sustrato dental.
- Cementación no adhesiva: en estos casos el cemento se limita meramente a rellenar la interfase, dependiendo así de la retención mecánica.

La indicación para la elección de una de estas técnicas estará determinada fundamentalmente por la composición del material restaurador, y la retentividad tanto de la preparación como de la restauración y su anatomía.

A pesar de que en ciertos casos pudieran emplearse cementos no adhesivos, como sería el caso de restauraciones con alta retentividad, también es válido el uso de la cementación adhesiva, siendo de hecho la opción más indicada (Carlos et al., 2010). En el caso de cualquier otra restauración con menor retentividad la cementación adhesiva siempre será la de elección.

Es por ello que el presente trabajo versará exclusivamente sobre cementos y procedimientos referidos a cementación adhesiva.

4.4 TRATAMIENTO DEL SUSTRATO SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS

Podemos encontrar distintos modelos de muñón, que precisarán de manipulación y procedimientos diversos para conseguir un óptimo resultado en todos los casos.

- Muñón no dental:
 - o Implante
- Muñón dental:
 - o Natural: sólo existe tejido dental

- Titanio
- Zirconia

- Predominio de esmalte:

En todos los casos se recomienda realizar un grabado del esmalte y el empleo de una película fina de adhesivo a pesar de que se disponga de cemento con propiedades de SE y SA.

Se recomienda el grabado con ácido ortofosfórico durante 20-30 segundos dependiendo de autores y casas comerciales; y su posterior lavado profuso con agua durante un minuto (Flores, Martínez, Palma y Yáñez-Santos, 2009).

Después se dejará la zona completamente seca y se pasará a la aplicación del adhesivo.

- Predominio de dentina:

Como bien es sabido, la dentina es un sustrato menos favorable al proceso de adhesión y por ello ha de ser debidamente tratada.

En caso de existir remanente de esmalte se grabará como se ha indicado en el punto anterior.

Existen dos posibilidades de preparación de la dentina:

- *Immediate dentin sealing*: después del fresado de la preparación, se debe grabar la superficie no contaminada

con ácido fosfórico al 37% durante 5-10 segundos y acto seguido colocar adhesivo y polimerizarlo durante 20 sg aproximadamente. Otra opción es emplear adhesivos de 6^a o 7^a generación que nos proporcionan la acción autograbante de la dentina y soplar aire suave pero persistente para evaporar el solvente. Sugerencias recientes de Magne, incluyen el uso de resinas compuestas fluidas sobre los adhesivos y cubrir igualmente la resina con el gel de glicerina (Magne, 2014). Este es el procedimiento más recomendado por reducir la sensibilidad postoperatoria (Qanungo, 2016) (Ghiggi, Steiger, Marcondes, Mota & Burnett, 2014), además de presentar valores significativamente mayores de resistencia tensional (μ TBS) (Magne, 2005), (Hironaka, 2018).

- Sellado diferido. Cuando no se ha efectuado el sellado inmediato, el tratamiento preceptivo de la dentina mediante procedimientos adhesivos deberá llevarse a cabo directamente durante la maniobra de cementado. Esta etapa deberá estar en consonancia con el tipo de cemento a elegir (fosfórico/autograbante - foto/auto).
- Tratado endóncicamente:
 - Tratamiento de conductos ex profeso para el tratamiento restaurador. Por tanto, el remanente es netamente dental. Ha de tenerse en cuenta que, a ciencia cierta, se habrá producido una contaminación del sustrato, ya sea por gutapercha, cemento, o los irrigadores empleados en el proceso endodóntico, que afectará a las propiedades adhesivas. Sin embargo, existirá una gran retención que probablemente compense, la contaminación citada en las líneas anteriores.

Ante esta situación el operador debe ser minucioso en la tarea de retirada del material preexistente. Además, se ha sugerido limpiar la superficie del

conducto y el área próxima con alcohol antes de la adhesión definitiva (Schwartz & Fransman, 2005). Sin olvidar la realización de un correcto grabado de las superficies como se indica en el apartado de remanente predominantemente dentinario.

- Muñón endodóncico no intencional (sobre restauración previa). Debe discriminarse con claridad qué parte del muñón es tejido dental y cuánto material restaurador para su posterior preparación. Sobre el tejido dentario se actuará con los procedimientos habituales de grabado. Sin embargo, la existencia de restauraciones directas previas, requerirá un tratamiento específico para conseguir adhesión y retención en estas áreas. La literatura recoge diversas técnicas entre las que destacan la creación de macro y micro porosidades empleando chorreado con partículas de óxido de aluminio, fresas de diamante y tungsteno y técnicas láser. De ellas la más soportada por la literatura es el chorreado con óxido de aluminio, concretamente con partículas 110 μm a 75 psi durante 30 segundos a una distancia de 20mm (Coskun, Akar & Tugut, 2018). Ya que los estudios más actuales con el empleo del láser YAG, no han obtenido resultados favorables en cuanto a la destrucción de la superficie y la mejora de la misma para el propósito del cementado (Amo & Pérez, 2004).

Otros artículos afirman, por el contrario, que el uso de láser de CO2 podría ser una buena opción (El Gamal, Rocca, Fornaini, Medioni & Brulat, 2017).

Además, serán relevantes las características camerales y conductuales que dependerán de la anatomía del diente sobre el que se esté trabajando.

- Íntegramente reconstruidos (muñón artificial)
 - Muñón colado. Además de la técnica de asperización habrá que considerar la naturaleza del metal colado a la hora de imprimir/adherir sobre él.
 - Muñón reconstruido con polímero (composite, ionómero de vidrio u otras variantes)

Tabla 1. Tabla resumen tratamiento del muñón

| | Arenado | Grabado ácido | Imprimación | Adhesivo autograbante | Bonding |
|------------------------------|---------|---------------|----------------------------|-----------------------|---------|
| Muñón esmalte | No | Si (20-30 sg) | No | Si (2) | Si |
| Muñón dentina | No | No | No | Si | Si |
| Restauración en muñón dental | Si (1) | Si (30 sg) | No | Si | Si |
| Muñón colado | Si | No | Si (<i>metal primer</i>) | Si | No |
| Muñón polímero | Si | Si | Si (silano) | No | Si |

(1) Se debe intentar arenar únicamente la restauración, cubriendo en la medida de lo posible el diente natural.

(2) Puede emplearse el adhesivo autograbante pero siempre debe realizarse previamente el grabado específico del esmalte.

En caso de cementado autograbante: podrían obviarse los pasos del grabado y adhesivo y realizar solo arenado en caso de haber material restaurador. A pesar de esto siempre es más recomendable grabar el esmalte y aplicar bonding.

4.5 TRATAMIENTO DEL MATERIAL RESTAURADOR ATENDIENDO A LA NATURALEZA DEL MISMO.

4.5.1 Preparación de materiales híbridos poliméricos para Cad-Cam

La composición de los materiales híbridos puede tener mayor predominio polimérico o cerámico.

Son una categoría en plena expansión con diversas características que aún no permiten una clasificación única, por lo que en este caso habrá que atender de modo particular a las indicaciones del fabricante. Como medida práctica, se pueden chorrear con partículas de

óxido de aluminio de menos de 50 micras, y posteriormente tratar las superficies con un agente de acoplamiento como el silano cuando predomine la parte polimérica, y en el supuesto de que sea la cerámica la que predomina con ácido fluorhídrico antes de silanizar la superficie.

4.5.2 Preparación de porcelana vítrea

El proceso debe ser predeterminado y minucioso:

- Observar la preparación para asegurarse de que no existan fisuras. Si ha sido glaseada, ha de comprobarse que la cara interna está totalmente libre de este material. De ser así, podrá probarse en boca para comprobar que encaja perfectamente, tanto si se trata de una preparación única, como varias a la vez, en caso de ser múltiples.
- El siguiente paso será limpiar la restauración mediante el uso de ácido fosfórico, productos limpiadores como Ivoclean o un cubo ultrasónico. La técnica mejor considerada en la literatura actualmente es sumergir la preparación en ultrasonidos con ácido isopropílico durante 5 minutos.
- El grabado ácido se realiza con ácido fluorhídrico al 10 % durante unos 90 segundos. El tiempo y concentración del fluorhídrico varía entre 1-3 minutos según diversos autores. Un estudio de Chen JH *et al* compara concentraciones de 2.5% y 5% durante 7 tiempos distintos, concluyendo que el tiempo óptimo es de 120 sg, obteniendo con esta mayor resistencia al cizallamiento. Sin embargo, si se excede este tiempo, el ácido deteriora la superficie de la restauración (Chen, Matsumura & Atsuta, 1998). Posteriormente se procede al lavado y neutralización del ácido con bicarbonato sódico durante 1 minuto y al aclarado con agua.
- Los restos de la reacción ácida quedan sobre la superficie de la porcelana en forma de manchas de color blanco tiza y no se eliminan completamente con agua, por ello se debe completar la limpieza de la porcelana en un vaso de la cuba de ultrasonidos con alcohol de 96° durante 4 minutos.

- El siguiente paso será la silanización. Se aplica una fina capa (>capa <adhesión) que actuará durante un minuto, y se seca con jeringa de aire. Los silanos tienen una baja vida media una vez activados, debe comprobarse siempre la caducidad. Por esto se recomienda emplear el silano hidrolizado cuando se usa con mucha frecuencia y en formato dos botellas cuando su uso es más esporádico.
- Eliminar los excesos del silano y sus solventes por medio de agua y calor, para dejar sólo la capa más interna; que proporciona unión. Lo ideal sería emplear un horno de porcelana y si no se dispone de uno por medio de aire caliente con secador.
- Tras la silanización se procede a colocar una delgada película de adhesivo, algunos autores defienden la no necesidad de empleo de adhesivo si se usan cementos con viscosidad adecuada. Finalmente se pasará al cementado con cemento de resina.

4.5.3 Preparación de porcelana policristalina

La preparación de las superficies requiere la obtención de una adecuada retención micromecánica gracias a la rugosidad superficial (Bertolotti, 2007), (Wegner & Kern, 2000).

- A diferencia de las porcelanas predominantemente vítreas la superficie no es grabable, así que para preparar la superficie se debe realizar un arenado de óxido de aluminio de 50-110 micras a 2,5 bares. De esta manera no solo se obtiene rugosidad superficial sino también un aumento de la energía superficial que mejora la humectabilidad.
- Se prueba la restauración en boca y después ha de ser limpiada para eliminar la contaminación por saliva. Se puede aplicar ácido ortofosfórico o limpiadores específicos.
- Para la obtención de una unión química en estos materiales, se empleará una técnica de adhesión a metal con cementos que contengan grupos de adhesión a óxidos metálicos en el agente adhesivo, en el imprimador o en el propio cemento.

- Con esta pauta de arenado y empleo de un cemento con monómero de adhesión a metal se logra igual fuerza de unión que con las porcelanas feldespáticas.

4.5.4 Preparación de disilicato de litio

- Se debe retirar el provisional y limpiar las superficies dentarias
- Prueba de ajuste y estética de cada restauración y de todas en conjunto.
- Se pasará al acondicionamiento de cada restauración para su posterior cementado.
- Comenzar grabando con ácido fluorhídrico 5% (puede variar desde 4% a 10% según autores) por 20 segundos (Luo, Silikas, Allaf, Wilson & Watts, 2001).
- Lavar con agua profusa y neutralizar empleando bicarbonato de sodio durante 1 minuto y volver a lavar.
- Continuar con limpieza con ácido fosfórico para eliminar los residuos.
- Enjuague profuso y secado exhaustivo con alcohol de toda la superficie interna. Se observará un aspecto blanco “nevado” o “tizoso”.
- El siguiente paso será la aplicación de silano y se guardará protegido hasta el momento del cementado.
- Aplicación de un “bonding” fotopolimerizable para mejorar la humectabilidad, en el preciso momento previo a cargar el cemento, y airear con jeringa para adelgazar la película.
- Se realizará acondicionamiento dental para el cementado según los requerimientos del sustrato.
- Continuar con aplicación de un cemento resinoso de polimerización dual, asentar la restauración, y eliminar meticulosamente los excesos con un bastoncillo.
- Fotopolimerización desde todos los flancos.

4.5.5 Preparación de restauraciones de alumina y zirconia

- Destacar en primer lugar que se tratan de materiales cerámicos que no poseen fase vítrea, sus partículas están densamente compactadas por lo que no son susceptibles al grabado. Reciben el nombre de porcelanas policristalinas, suelen fabricarse por procedimientos Cad-Cam y son muy resistentes, aunque pierden propiedades estéticas.
- Comenzar con la retirada del provisional y limpieza de la superficie, prueba de ajuste y estética.
- El siguiente paso sería el tratamiento triboquímico de la superficie interna, se trata de un chorreado con partículas de alumina modificadas con sílice, que crean microrugosidades. La superficie interna queda cubierta con óxido de silicio, que reaccionará con el silano. De esta manera se dará la unión con el cemento (Corts & Abella, 2016), (Bautista, Pérez, Soto & Ribas, 2009).
- Se iniciará la preparación con la limpieza con alcohol y secado profuso de la superficie interna de la restauración
- Pasar a la silanización o imprimador para zirconia y guardar protegido hasta el momento de la cementación.
- Aplicar un adhesivo químico justo antes de cargar el cemento y sopletar para adelgazar la capa, debe emplearse adhesivo autopolimerizable.
- Mezcla y cargado del cemento autopolimerizable o dual, colocación de la restauración y eliminación de los excesos antes de que fragüe completamente. Si el cemento tuviera también opción de fotopolimerización, se da luz al exceso de cemento por 3 segundos, para eliminarlo en el momento de *tag curing*.
- Se termina con pulido y controles finales previos a la aplicación de flúor.

4.5.6 Preparación de restauraciones metálicas

La indicación tradicional para los materiales de cerámica fundida sobre metal es el empleo de cementos clásicos cuya rigidez genera la retención por fricción y resistencia mecánica. Sin embargo, cada vez es mayor el número de profesionales que emplean estos materiales, pero desean utilizar cementos modernos que absorben muy poca agua y son más compatibles con otros materiales y muñones. Ha de recordarse que lógicamente, este tipo de restauraciones requerirá del empleo de cementos autopolimerizables.

La condición de la restauración para ser cementada adhesivamente, mejorará siempre que la superficie se haga más rugosa mediante el chorreando y su posterior tratamiento con una imprimación para metal.

Dado que se habla de restauraciones unitarias de recubrimiento completo o de puentes con varios pilares, la retención de un cemento clásico está probada clínicamente. Por ello, el empleo de un cemento polimérico usando los mismos protocolos que un cemento clásico, ha probado ser clínicamente suficiente. No obstante, la observancia de las sugerencias adhesivas puede mejorar notablemente el sellado marginal, la retención y la resistencia (Lawson et al. , 2019).

4.6 CONSIDERACIONES DE LAS RESTAURACIONES ATENDIENDO A SU EXTENSIÓN

La extensión de las restauraciones es muy relevante en lo que respecta a su cementación y han de tenerse en cuenta todos los aspectos involucrados.

En primer lugar, debe considerarse el número de dientes que una restauración única estará destinada a restaurar, pudiendo dividirse en:

- Coronas unitarias: destinada a restaurar un solo diente
- Puentes (múltiples): confeccionadas para restaurar o reponer varias coronas dentarias.

Por otro lado, si se va a colocar más de una restauración simultáneamente podrá hacerse diente por diente, con puentes o combinando ambas opciones:

- Varias restauraciones unitarias
- Varios puentes
- Combinación de restauraciones unitarias y múltiples

Estas variantes mencionadas tienen especial relevancia clínica debido a que, en función de ellas, deberán elegirse cementos con tiempos de trabajo adecuados, que permitan asentar varias restauraciones al mismo tiempo. O bien, que permita encajar debidamente todos los pilares de un mismo puente antes de que el cemento inicie su fraguado e imposibilite el correcto asiento de este. En el caso contrario, con un fraguado muy lento, el cemento resbala, dejando así espacios sin rellenar.

Dentro del grupo de las restauraciones unitarias, puede observarse gran variabilidad atendiendo a la extensión de estas. Encontrando restauraciones que abarcan distintas profundidades y amplitud de superficie, hecho que repercutirá en la elección del cemento. Su clasificación sería de la siguiente manera:

- Recubrimiento completo: cubren completamente la corona
- Recubrimiento parcial: destinadas a reponer una parte de la corona dentaria. Según la profundidad que tengan, pueden catalogarse en:
 - Superficiales:
 - Carillas: se trata de restauraciones de pequeño espesor destinadas a restaurar y cementarse en la cara vestibular en dientes anteriores, pudiendo abarcar el borde incisal y el tercio inferior de la cara lingual.

Actualmente se ha conseguido realizar carillas de espesores ultra finos, las cuales requerirán cementos de mayor fluidez para no romperlas durante las maniobras de asentamiento.

- *Table top*: incrustaciones que abarcan la cara oclusal de la corona, sin apenas profundizar en ella.
- *Veneerlays*: incrustación que fusiona el concepto de carilla y *table top*.

Este tipo de restauraciones pueden ser de distintos materiales, en todos los casos fabricadas en espesores bajos, lo que las hacen susceptibles al empleo de cementos fotopolimerizables.

Sin embargo, las restauraciones de grosores superiores a 2.7 milímetros o de materiales cuya estructura los hace menos traslúcidos pueden requerir cementos de polimerización dual (Lise et al., 2018).

○ Profundas

- *Inlay*: se trata de incrustaciones realizadas en dientes posteriores, que no abarcan ninguna cúspide.
- *Onlay*: Incrustación que abarca al menos una cúspide sin cubrirlas todas.
- *Endocrown*: opción restauradora para dientes tratados endodónticamente que repone la corona y se extiende hasta la cámara pulpar del diente logrando mayor retención.
- Perno muñón colado: estructura de una sola pieza, de la cual una parte se aloja dentro de la raíz de un diente y otra sobresale en forma de muñón.
- Perno: espigas o postes intra-radicales que se cementan en los conductos radiculares de dientes previamente endodonciados para aumentar su resistencia.

Tanto los *inlays* como los *onlays*, a pesar de tener mayor profundidad que los de categoría anterior podrían ser algo susceptibles o al menos parte de ellos a la luz de polimerización, por ello la indicación para cementar estas restauraciones será siempre dual.

En los cementos duales, la autopolimerización en muchos casos, no es suficiente para lograr un grado de conversión adecuado, lo que llevará a la obtención de propiedades mecánicas deficientes (Tekçe, Tuncer, Demirci, Kara & Baydemir, 2019). Para contrarrestar la mencionada falta de conversión por una atenuación de la luz al pasar por el material de restauración o por la distinta sensibilidad a la luz de los diferentes cementos, se propone aumentar el tiempo de fotopolimerización o la intensidad lumínica, para aumentar la supervivencia a largo plazo de estos cementos (Furuichi, 2016).

Sin embargo, los 3 últimos supuestos, tratan de restauraciones muy profundas en las que será imposible que la luz incida en toda su extensión por ello se requiere el uso de cementos autopolimerizables o duales con clara tendencia a la autopolimerización.

- Profundidad intermedia
 - *Overlay*: incrustación que cubre todas las cúspides de un diente posterior. Su óptimo cementado se logra mediante el empleo de cementos duales por el mismo motivo que se explicaba en las líneas del punto anterior.

4.7 VARIABILIDAD RESULTANTE DE LA COMBINACIÓN DE NATURALEZA Y MORFOLOGÍA DE UNA RESTAURACIÓN

A continuación, se ofrece un listado de las opciones en cuanto a forma/extensión de la restauración combinada con los posibles materiales con los que pudieran fabricarse. Únicamente se exponen con la intención de hacer consciente al lector de la gran cantidad de situaciones clínicas ante las que podría encontrarse.

- 1) Carilla
 - a) Cerámica vítrea
 - b) Disilicato de litio

- c) Composite de laboratorio
 - d) Fabricada por Cad-Cam
 - e) Lámina de platino
- 2) *Inlay/Table top*
- a) Metálica (oro)
 - b) Cerámica vítrea
 - c) Disilicato de litio
 - d) Composite de laboratorio
 - e) Fabricada por Cad-cam
- 3) *Onlay/Corona parcial*
- a) Metálica
 - b) Cerámica
 - c) Disilicato de litio
 - d) Fabricada por cad-cam
 - e) Composite de laboratorio
- 4) *Corona*
- a) Cerámicas vítreas
 - b) Disilicato de litio
 - i) Pilardental
 - ii) Pilar implante
 - c) Zirconia
 - i) Pilar implante
 - ii) Pilar dental
 - d) Composite de laboratorio
 - e) Metálica
 - i) Pilar implante
 - ii) Pilar dental
 - f) Fabricada por Cad-Cam
- 5) *Puente*
- a) Disilicato de litio.

- i) Pilar implante
 - ii) Pilar dental
 - b) Zirconia
 - i) Pilar implante
 - ii) Pilar dental
 - c) Metálico
 - i) Pilar implante
 - ii) Pilar dental
- 6) Perno/Poste
- a) Metálico
 - b) Zirconia
 - c) Resina reforzada con fibra de vidrio

4.8 OPCIONES DISPONIBLES PARA ELECCIÓN DEL MATERIAL CEMENTANTE

Con la siguiente enumeración sólo pretende mostrarse la lista de cementos que ofrecen 6 de las casas comerciales más extendidas en el mercado español.

Un total de 31 cementos, algunos disponibles en distintos formatos, sin contar la variedad de cementos temporales. Esta diversidad, es la que puede llevar a confusión al clínico que podría caer en el error de buscar si su cemento es apto para el trabajo que desea realizar, en vez de llevar este proceso a la inversa y sabiendo con exactitud qué propiedades se están buscando en el cemento, seleccionar el que más favorable sea para las características de su caso.

- 1) IVOCLAR
- a) Definitivos
 - i) Cementos adhesivos de composite
 - (1) Variolink Esthetic
 - (2) Multilink Hybrid Abultment
 - (3) Multilink Automix

- ii) Cementos de ionómero de vidrio
 - (1) VivaglassCEM PL
- iii) Cementos autoadhesivos
 - (1) SpeedCEM Plus - autoadhesivo para Zirconia
- b) Temporales
 - i) Telio CS Link - Altamente traslucido Dual
- 2) 3M
 - a) Definitivo
 - i) Cemento de resina adhesivo 3M™ RelyX™ Ultimate
 - ii) Cemento de resina autoadhesivo 3M™ RelyX™ Unicem 2
 - iii) Cemento modificado con ionómero de vidrio RelyX Luting Plus
 - iv) Cemento para carillas 3M™ RelyX™ Veneer
 - b) Temporal
 - i) 3M™ RelyX™
- 3) KERR
 - a) Definitivos
 - i) Maxcem Elite Chroma
 - ii) Maxcem Elite
 - iii) NX3 nexus
 - iv) Nexus RMGI ionómero modificado con resina
 - b) Temporales
 - i) Temp-Bond:
 - (1) Original
 - (2) Clear
 - (3) NE
 - ii) Temphase
- 4) GC
 - a) Definitivos
 - i) Fuji I
 - ii) Fuji PLUS

- iii) FujiCEM 2
- iv) G-CEM LinkAce
- v) G-CEM
- vi) G-CEM LinkForce
- vii) G-aenial Universal Flow
- b) Temporales
 - i) Caviton
 - ii) Revotek LC
 - iii) TEMPSMART DC
 - iv) UNIFAST III
 - v) Unifast LC
 - vi) Unifast TRAND
- 5) VOOCO
 - a) Definitivos
 - i) Bifox SE
 - ii) Bifix QM
 - iii) Aqua Meron
 - iv) Meron Plus AC
 - v) Meron Plus
 - vi) Meron Plus QM
 - vii) Meron
 - b) Temporales
 - i) Bifix Temp - Dual automix
 - ii) Provicol QM - SE automix
 - iii) Provicol C - mezcla manual
 - iv) Provicol C - versión cartuchos
- 6) DENSPLY
 - a) Definitivos
 - i) Fynal
 - ii) Calibra

- iii) Calibra Universa
- b) Temporales
 - i) Integrity TempGrip

5 CONCLUSIONES

Comenzaremos puntualizando que el presente trabajo no incluye ninguna fase experimental ni in-vitro, de modo que no hay una hipótesis que deba ser contestada. Por ello, no se puede hablar propiamente de conclusiones, pero, sí pretendemos dar respuesta a los objetivos propuestos inicialmente. A continuación, se exponen las ideas obtenidas tras una ardua tarea de búsqueda, lectura, selección y síntesis de datos, que se considera pueden ser más relevantes para la mejor comprensión de los objetivos planteados:

- En ocasiones el cementado se confunde con la elección del cemento o con cementar. Pero debe tenerse en cuenta que cementar se compone de tres partes: primera, manejar el pilar; segunda, seleccionar y tratar la restauración y tercera, elegir el cemento. Precisamente de esto, se derivan los tres errores más comunes del procedimiento: insuficiente o incorrecto tratamiento del pilar, falta de preparación de la restauración y errónea elección del cemento.
- Con frecuencia detalles muy específicos o muy infrecuentes de la práctica clínica centran nuestra atención como profesionales (patología infrecuente, tratamientos y materiales novedosos o técnicas complejas). Sin embargo, la clave es la excelencia en los tratamientos cotidianos. Precisamente estos son los que obligan a enfrentar decisiones constantemente con consecuencias de diversa importancia y son aquellos en los que más errores se cometen, comparando con el número de veces que se va a ver un caso excepcional o se va a emplear una técnica nueva o un material de manejo complejo.
- El espíritu de este trabajo es fortalecer el conocimiento de una técnica muy común, pero que está influida por un alto número de factores. Casi todos ellos con alta incidencia en el resultado clínico y provocando consecuencias determinantes -o catastróficas- para el diente (filtración marginal, pigmentación, caries, daño

pulpar, despegamiento de la restauración, alteración oclusal, compromiso estético, repetición de restauración, incluso pérdida de pilares).

- Ha resultado notorio el hecho de que en la actualidad todavía no se ha dado el paso de comprender la cementación como el nuevo protocolo que es. Una consecuencia de ello es que hoy por hoy no se puede encontrar toda esta información recogida íntegramente en ningún libro de temática relacionada, ni existen textos que lo recojan con una visión global.
- La parte más compleja del cementado no es la elección del cemento puesto que las opciones a elegir son muy restringidas y algunas son muy selectivas.
- El clínico no siempre está suficientemente informado o no analiza apropiadamente el caso. La elección de algunos cementos puede llevar aparejado un aumento de los riesgos de fracaso por la prometedora simplificación de los pasos clínicos. Esto se debe a la disparidad de cementos disponibles que prometen mayor rapidez y sencillez de manejo puesto que sus indicaciones permiten obviar pasos (grabado, silanización...) ya que el cemento será capaz de desempeñar dichas funciones. Es precisamente en estos casos donde el profesional adquiere compromiso clínico.
- Rango de dificultad o rango de confusión: este concepto hace referencia a por qué un cierto procedimiento se vuelve repentinamente sensible para el clínico. Este nivel de confusión viene dado precisamente porque puede haber diferentes manipulaciones de sustrato y material restaurador, además de varios cementos indicados. Esta disponibilidad conlleva de modo engañoso variaciones en la optimización del pilar o de la restauración.

Un ejemplo sería el caso de una restauración tipo *onlay*. Debe asumirse que entran en juego varios elementos que pueden llevar a confusión en la elección del cemento y su protocolo de cementado. Estos son todos los factores que se han descrito a lo largo del trabajo:

- naturaleza del material restaurador (si será grabable, chorreable)
- si el muñón es únicamente dental o tiene restauraciones previas
- si está tratado endodóncicamente
- acceso de luz por profundidad

- retentividad
- acceso para asentamiento, etc.

Estas situaciones son las hacen dificultosa la elección del material cementante, siendo aún más complicada cuando no uno, sino varios cementos pueden ser utilizables.

Volviendo al caso del *onlay* sobre un muñón dental, el clínico podría tender a emplear un cemento autoadhesivo y autograbante, para reducir tiempos en el manejo del muñón y, sin embargo, se trata de lo contrario. Sería el caso en el que está indicado el grabado y empleo de adhesivo específicamente para mejorar el resultado. El caso más ejemplificante es el de un cemento *adhesive*, que por definición necesitan de un adhesivo previo. Ante el muñón de diente natural, habría que confirmar si se realizó sellado inmediato dentinario; podría ocurrir que dicho sellado inmediato sea incompatible con el cemento seleccionado y, por tanto, no se podría hacer si no se recurre al adhesivo específico del cemento elegido. Estos aspectos quedan completamente diluidos en los cuadros de decisión que ofrecen las casas comerciales, donde hay una indicación jerarquizada de ventajas entre los cementos, pero no se explica que supondría la selección de uno u otro en términos clínicos.

Si se contempla también la naturaleza de la restauración puede fabricarse en cerámica, metal, zirconia o polímeros modernos. Si se decide emplear cerámica, sería viable el uso de un cemento de resina, de ionómero de vidrio, incluso cementos convencionales. Esta multiplicidad de factores en el sustrato, posibles materiales y cementos que combinan muy bien con el diente, pero no tan bien con la restauración o viceversa, es realmente el problema. Por tanto, el cemento no es en sí el enigma. Es decir, se debe asimilar que los requisitos para entenderlo no surgen del cemento, si no de los tres factores ya reiterados a lo largo del trabajo (naturaleza del pilar, de restauración y material cementante).

Si se revisan las indicaciones de las cuatro principales casas comerciales, para la misma restauración (incrustación) se obtienen resultados muy sorprendentes. Para

la misma circunstancia restauradora se ofrecen 11 cementos diferentes. Ante esta situación es relevante que el odontólogo seleccione uno compatible con su situación clínica, pero también que conozca qué otras técnicas podría emplear y qué ocurriría si se cementase un pilar distinto con ese mismo cemento,

- Por tanto, se puede concluir que el cemento en sí no es tan determinante ni tan complejo de manejar, siempre que se tengan clínicamente claros los factores ya enunciados:
 - Naturaleza del pilar
 - Tipo de restauración
 - Material restaurador
- Por último, cabe destacar que la oferta comercial existente de materiales para cementar causa un solapamiento clínico de los cementos disponibles, lo cual no implica equivalencia ni en el protocolo de manejo de los mismos, ni en sus indicaciones clínicas. Por tanto, el criterio clínico es realmente la esencia de la complejidad en el cementado, siendo lo más difícil de alcanzar en este y otros procedimientos clínicos restauradores.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, T. R., De Oliveira, M., Arrais, C. A., Ambrosano, G. M., Rueggeberg, F., & Giannini, M. (2015). The effect of photopolymerization on the degree of conversion, polymerization kinetic, biaxial flexure strength, and modulus of self-adhesive resin cements. *The Journal of prosthetic dentistry*, 113(2), 128-134.
- Al Tae, L., Banerjee, A., & Deb, S. (2019). An integrated multifunctional hybrid cement (pRMGIC) for dental applications. *Dental Materials*, 35(4), 636-649.
- Albashaireh, Z. S., Ghazal, M., & Kern, M. (2010). Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 103(1), 31-39.
- Alovisei, M., Scotti, N., Comba, A., Manzon, E., Farina, E., Pasqualini, D., ... & Cadenaro, M. (2018). Influence of polymerization time on properties of dual-curing

cements in combination with high translucency monolithic zirconia. *journal of prosthodontic research*, 62(4), 468-472.

- Alovise, M., Scotti, N., Comba, A., Manzon, E., Farina, E., Pasqualini, D., ... & Cadenaro, M. (2018). Influence of polymerization time on properties of dual-curing cements in combination with high translucency monolithic zirconia. *journal of prosthodontic research*, 62(4), 468-472.
- Amo, A. A., & Pérez, J. M. B. (2004). Restauración directa con resina compuesta sobre resina compuesta antigua. *Científica dental: Revista científica de formación continuada*, 1(1), 45-49.
- Archangelo, K. C., Guilardi, L. F., Campanelli, D., Valandro, L. F., & Borges, A. L. S. (2019). Fatigue failure load and finite element analysis of multilayer ceramic restorations. *Dental Materials*, 35(1), 64-73.
- Ates, S. M., & Yesil Duymus, Z. (2016). Influence of Tooth Preparation Design on Fitting Accuracy of CAD-CAM Based Restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(4), 238-246.
- Bagheri, R. (2013). Film thickness and flow properties of resin-based cements at different temperatures. *Journal of Dentistry*, 14(2), 57.
- Bautista, P. D. R., Pérez, J. O., Soto, E. L., & Ribas, T. V. (2009). Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Científica dental: Revista científica de formación continuada*, 6(2), 61-75.
- Bautista, P. D. R., Pérez, J. O., Soto, E. L., & Ribas, T. V. (2009). Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Científica dental: Revista científica de formación continuada*, 6(2), 61-75.
- Bautista, P. D. R., Pérez, J. O., Soto, E. L., & Ribas, T. V. (2009). Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Científica dental: Revista científica de formación continuada*, 6(2), 61-75.
- Bertolotti, R. L. (2007). Adhesion to porcelain and metal. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 433-451.
- Boitelle, P., Mawussi, B., Tapie, L., & Fromentin, O. (2014). A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. *Journal of oral rehabilitation*, 41(11), 853-874.

- Büchi, D. L., Ebler, S., Hämmerle, C. H., & Sailer, I. (2014). Marginal and internal fit of curved anterior CAD/CAM-milled zirconia fixed dental prostheses: an in-vitro study. *Quintessence international*, 45(10).
- Carlos Bernal, C., Rocha Medeiros, C., Peixoto Campos, J., AJR Montes, M., Braz, R., & de Melo, V. (2010). Restauraciones cerámicas: ¿cómo cementarlas? *Acta Odontológica Venezolana*, 48(1), 136-141.
- Celik, N., Yapar, M. I., Taşpınar, N., & Seven, N. (2017). The effect of polymerization and preparation techniques on the microleakage of composite laminate veneers. *Contemporary clinical dentistry*, 8(3), 400.
- Chen, J. H., Matsumura, H., & Atsuta, M. (1998). Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. *Operative Dentistry*, 23, 250-257.
- Corts, J. P., & Abella, R. (2016). Protocolos de cementado de restauraciones cerámicas. *Actas Odontológicas*, 10(2).
- Coskun, M. E., Akar, T., & Tugut, F. (2018). Airborne-particle abrasion; searching the right parameter. *Journal of Dental Sciences*, 13(4), 293-300.
- Dal Piva, A. M. D. O., Tribst, J. P. M., Borges, A. L. S., e Souza, R. O. D. A., & Bottino, M. A. (2018). CAD-FEA modeling and analysis of different full crown monolithic restorations. *Dental Materials*, 34(9), 1342-1350.
- El Gamal, A., Rocca, J. P., Fornaini, C., Medioni, E., & Brulat-Bouchard, N. (2017). Microhardness evaluations of CAD/CAM ceramics irradiated with CO2 or Nd: YAP laser. *Laser therapy*, 26(1), 13-18.
- Flores-Yáñez, C., Martínez-Juárez, J., Palma-Guzmán, M., & Yáñez-Santos, J. (2009). Análisis del grabado dental utilizando el microscopio metalográfico y el software AnalySIS. *Información tecnológica*, 20(2), 13-18.
- Furuichi, T., Takamizawa, T., Tsujimoto, A., Miyazaki, M., Barkmeier, W. W., & Latta, M. A. (2016). Mechanical properties and sliding-impact wear resistance of self-adhesive resin cements. *Operative dentistry*, 41(3), E83-E9.

- García J. (2014) *Patología y terapéutica dental. Operatoria dental y endodoncia. 2ª edición*, Madrid, España: Editorial Elsevier
- Ghiggi, P. C., Steiger, A. K., Marcondes, M. L., Mota, E. G., & Burnett, L. H. (2014). Does immediate dentin sealing influence the polymerization of impression materials? *European journal of dentistry*, 8(3), 366.
- Hironaka, N. G., Ubaldini, A. L., Sato, F., Giannini, M., Terada, R. S., & Pascotto, R. C. (2018). Influence of immediate dentin sealing and interim cementation on the adhesion of indirect restorations with dual-polymerizing resin cement. *The Journal of prosthetic dentistry*, 119(4), 678-e1.
- Ilday, N. O., Bayindir, Y. Z., Bayindir, F., & Gurpinar, A. (2013). The effect of light curing units, curing time, and veneering materials on resin cement microhardness. *Journal of Dental Sciences*, 8(2), 141-146.
- Kale, E., Seker, E., Yilmaz, B., & Özcelik, T. B. (2016). Effect of cement space on the marginal fit of CAD-CAM-fabricated monolithic zirconia crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 116(6), 890-895.
- Kim, E. H., Lee, D. H., Kwon, S. M., & Kwon, T. Y. (2017). A microcomputed tomography evaluation of the marginal fit of cobalt-chromium alloy copings fabricated by new manufacturing techniques and alloy systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 117(3), 393-399.
- Kim, J. H., Jeong, J. H., Lee, J. H., & Cho, H. W. (2016). Fit of lithium disilicate crowns fabricated from conventional and digital impressions assessed with micro-CT. *The Journal of prosthetic dentistry*, 116(4), 551-557.
- Lawson, N. C., Litaker, M. S., Ferracane, J. L., Gordan, V. V., Atlas, A. M., Rios, T., ... & National Dental Practice-Based Research Network Collaborative Group. (2019). Choice of cement for single-unit crowns: Findings from The National Dental Practice-Based Research Network. *The Journal of the American Dental Association*.
- Lee, S. Y., Cho, C. B., Koak, J. Y., & Yang, S. E. (2016). The effect of zirconia thickness and curing time on shear bond strength of dual cure resin cement. *Dental materials journal*, 35(1), 132-13.

- Lee, S. Y., Cho, C. B., Koak, J. Y., & Yang, S. E. (2016). The effect of zirconia thickness and curing time on shear bond strength of dualcure resin cement. *Dental materials journal*, 35(1), 132-137.
- Lise, D. P., Van Ende, A., De Munck, J., Yoshihara, K., Nagaoka, N., Vieira, L. C. C., & Van Meerbeek, B. (2018). Light irradiance through novel CAD–CAM block materials and degree of conversion of composite cements. *Dental Materials*, 34(2), 296-305.
- Lührs, A. K., De Munck, J., Geurtsen, W., & Van Meerbeek, B. (2014). Composite cements benefit from light-curing. *Dental Materials*, 30(3), 292-301.
- Luo, X. P., Silikas, N., Allaf, M., Wilson, N. H. F., & Watts, D. C. (2001). AFM and SEM study of the effects of etching on IPS-Empress 2TM dental ceramic. *Surface Science*, 491(3), 388-394
- Magne, P. (2005). Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(3), 144-154.
- Magne, P. (2014). IDS: Immediate Dentin Sealing (IDS) for tooth preparations. *J adhes Dent*, 16(6), 594.
- Maroulakos, G., Thompson, G. A., & Kontogiorgos, E. D. (2019). Effect of cement type on the clinical performance and complications of zirconia and lithium disilicate tooth-supported crowns: A systematic review. Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the American Academy of Fixed Prosthodontics. *The Journal of prosthetic dentistry*.
- Maruo, I. T., Godoy-Bezerra, J., Saga, A. Y., Tanaka, O. M., Maruo, H., & Camargo, E. S. (2010). Effect of etching and light-curing time on the shear bond strength of a resin-modified glass ionomer cement. *Brazilian dental journal*, 21(6), 533-537.
- Mobilio, N., Fasiol, A., Mollica, F., & Catapano, S. (2015). Effect of different luting agents on the retention of lithium disilicate ceramic crowns. *Materials*, 8(4), 1604-1611.
- Mobilio, N., Fasiol, A., Mollica, F., & Catapano, S. (2015). Effect of different luting agents on the retention of lithium disilicate ceramic crowns. *Materials*, 8(4), 1604-1611.
- Moris, I. C. M., Oliveira, J. E. D., Faria, A. C. L., Ribeiro, R. F., & Rodrigues, R. C. S. (2015). In vitro fit and cementation resistance of provisional crowns for single implant-supported restorations. *Brazilian dental journal*, 26(5), 468-473.

- Morita, K., Tsuka, H., Kato, K., & Tsuga, K. (2018). Effect of polymerization temperature on the properties of autopolymerizing resin. *The Journal of prosthetic dentistry*, 119(5), 840-844.
- Mounajjed, R., Salinas, T. J., Ingr, T., & Azar, B. (2018). Effect of different resin luting cements on the marginal fit of lithium disilicate pressed crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 119(6), 975-980.
- Qanungo, A., Aras, M. A., Chitre, V., Mysore, A., Amin, B., & Daswani, S. R. (2016). Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. *Journal of prosthodontic research*, 60(4), 240-249.
- Rosentritt, M., Steiger, D., Behr, M., Handel, G., & Kolbeck, C. (2009). Influence of substructure design and spacer settings on the in vitro performance of molar zirconia crowns. *Journal of dentistry*, 37(12), 978-983.
- Rueggeberg, F. A., Giannini, M., Arrais, C. A. G., & Price, R. B. T. (2017). Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Brazilian oral research*, 31.
- Salazar-López, C., & Quintana-del Solar, M. (2016). Rehabilitación estética-funcional combinando coronas de disilicato de Litio en el sector anterior y coronas metal-cerámica en el sector posterior. *Revista Estomatológica Herediana*, 26(2), 102-109.
- Sampaio, C. S., Barbosa, J. M., Cáceres, E., Rigo, L. C., Coelho, P. G., Bonfante, E. A., & Hirata, R. (2017). Volumetric shrinkage and film thickness of cementation materials for veneers: An in vitro 3D microcomputed tomography analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*, 117(6), 784-791.
- Santos Jr, G. C., Santos, M. J. M. C., & Rizkalla, A. S. (2009). Adhesive cementation of etchable ceramic esthetic restorations. *Journal of the Canadian Dental Association*, 75(5)
- Saraç, D., Bulucu, B., Saraç, Y. S., & Kulunk, S. (2008). The effect of dentin-cleaning agents on resin cement bond strength to dentin. *The Journal of the American Dental Association*, 139(6), 751-758
- Sarac, D., Sarac, Y. S., Kulunk, S., & Kulunk, T. (2005). Effect of the dentin cleansing techniques on dentin wetting and on the bond strength of a resin luting agent. *The Journal of prosthetic dentistry*, 94(4), 363-369.

- Schwartz, R. S., & Fransman, R. (2005). Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. *Journal of Endodontics*, 31(3), 151-165.
- Shim, J. S., Kang, J. K., Jha, N., & Ryu, J. J. (2017). Polymerization Mode of Self-Adhesive, Dual-Cured Dental Resin Cements Light Cured Through Various Restorative Materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(3), 209-214
- Soares, C. J., RODRIGUES, M. D. P., VILELA, A. B. F., PFEIFER, C. S., TANTBIROJN, D., & VERSLUIS, A. (2017). Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements—What do we need to know?. *Brazilian oral research*, 31
- Stangel, I., Ellis, T. H., & Sacher, E. (2007). Adhesion to tooth structure mediated by contemporary bonding systems. *Dental Clinics of North America*, 51(3), 677-694.
- Stangel, I., Ellis, T. H., & Sacher, E. (2007). Adhesion to tooth structure mediated by contemporary bonding systems. *Dental Clinics of North America*, 51(3), 677-694
- Takamizawa, T., Barkmeier, W. W., Tsujimoto, A., Scheidel, D. D., Erickson, R. L., Latta, M. A., & Miyazaki, M. (2015). Effect of phosphoric acid pre-etching on fatigue limits of self-etching adhesives. *Operative dentistry*, 40(4), 379-395.
- Tekçe, N., Tuncer, S., Demirci, M., Kara, D., & Baydemir, C. (2019). Microtensile Bond Strength of CAD/CAM Resin Blocks to Dual-Cure Adhesive Cement: The Effect of Different Sandblasting Procedures. *Journal of Prosthodontics*, 28(2), e485-e490.
- Tribst, J. P. M., Dal Piva, A. M. D. O., Madruga, C. F. L., Valera, M. C., Borges, A. L. S., Bresciani, E., & de Melo, R. M. (2018). Endocrown restorations: Influence of dental remnant and restorative material on stress distribution. *Dental Materials*, 34(10), 1466-1473.
- Tribst, J. P. M., Piva, D., de Oliveira, A. M., Pentead, M. M., Borges, A. L. S., & Bottino, M. A. (2018). Influence of ceramic material, thickness of restoration and cement layer on stress distribution of occlusal veneers. *Brazilian oral research*, 32.
- Tunc, E. P. (2007). Finite element analysis of heat generation from different light-polymerization sources during cementation of all-ceramic crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 97(6), 366-374.
- Vailati, F., & Belser, U. C. (2008). Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 1. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 3(1).
- Vailati, F., & Belser, U. C. (2008). Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 2. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 3(2), 128.

- Vailati, F., & Belser, U. C. (2008). Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 3. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 3(3).
- Varjão, F. M., Segalla, J. C. M., Beloti, A. M., & Andrade, L. E. H. (2002). Study on film thickness of four resin cements. *Rev Odontol UNESP São Paulo*, 31, 171-177.
- Veneziani, M. (2017). Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. *Int J Esthet Dent*, 12(2), 204-30.
- Wegner, S. M., & Kern, M. (2000). Long-term resin bond strength to zirconia ceramic. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2(2).