



## **FACULTAD DE ODONTOLÓGIA**

**Titulación: GRADO EN ODONTOLÓGIA**

**Departamento de Estomatología**

### **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Título: LAS ALTERACIONES DEL COLOR  
DENTARIO PROVOCADAS POR LOS  
MATERIALES BIOCERÁMICOS UTILIZADOS  
EN ENDODONCIA REGENERATIVA.**

**Alumna: Paula Mateo Rivas**

**Tutor: Juan José Segura Egea**

**Cotutora: Dña. María del Carmen Jiménez Sánchez**

**Curso**

**2019/2020**

**Sevilla**

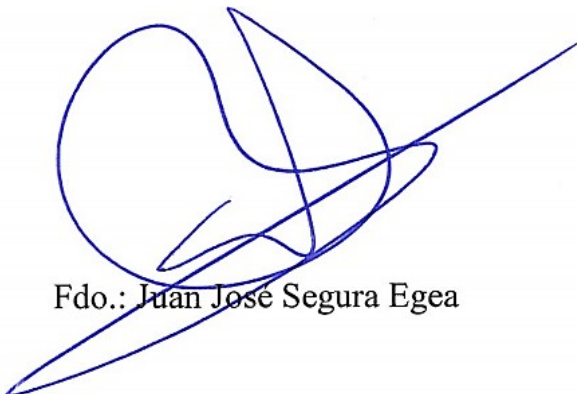


FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR. JUAN JOSÉ SEGURA EGEA, Profesor Titular de Patología y Terapéutica Dental adscrito al departamento de Estomatología, como tutor del trabajo fin de grado y DRA. María del Carmen Jiménez, Profesora Asociado de Patología y Terapéutica Dental adscrito al departamento de Estomatología, como cotutor del trabajo fin de grado.

**CERTIFICAN:** Que el presente trabajo titulado “LAS ALTERACIONES DEL COLOR DENTARIO PROVOCADAS POR LOS MATERIALES BIOCERÁMICOS UTILIZADOS EN ENDODONCIA REGENERATIVA” ha sido realizado por Dña. PAULA MATEO RIVAS, bajo nuestra dirección y cumple a nuestro juicio, todos los requisitos necesarios para ser presentado y defendido como trabajo de fin de grado.

y para que así conste y a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado, en Sevilla a día 26 de Mayo de 2020.



Fdo.: Juan José Segura Egea



Fdo.: Mª Carmen Jiménez Sánchez



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR/DRA. Juan J. Segura Egea, PROFESOR/A Catedrático ADSCRITO AL DEL DEPARTAMENTO DE Estomatología, COMO DIRECTOR/A DEL TRABAJO FIN DE GRADO Y DR./DRA. M<sup>a</sup> Carmen Jiménez Sánchez, PROFESOR/A Becaria ADSCRITO AL DEL DEPARTAMENTO DE Estomatología, COMO COTUTOR/A DEL TRABAJO FIN DE GRADO.

**CERTIFICAN:** QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “LAS ALTERACIONES DEL COLOR DENTARIO PROVOCADAS POR LOS MATERIALES BIOCERÁMICOS UTILIZADOS EN ENDODONCIA REGENERATIVA”

HA SIDO REALIZADO POR PAULA MATEO RIVAS BAJO NUESTRA DIRECCIÓN Y CUMPLE A NUESTRO JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE GRADO.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMAMOS EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 26 DE MAYO DE 2020.

D/D<sup>a</sup> \_Juan J. Segura Egea

TUTOR/A

D./D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Carmen Jiménez Sánchez

COTUTOR/A



Facultad de Odontología

**D/Dña. (Apellidos y Nombre)**

PAULA MATEO RIVAS

con DNI... 49135401H ..... alumno/a del Grado en Odontología de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Grado titulado:

--- LAS ALTERACIONES DEL COLOR DENTARIO PROVOCADAS POR LOS MATERIALES BIOCERÁMICOS ---  
--- UTILIZADOS EN ENDODONCIA REGENERATIVA ---

**DECLARO:**

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso ... 2019/2020 ....., es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

**APERCIBIMIENTO:**

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de NO APTO y que asumo las consecuencias legales que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla... 26 ..... de... Mayo ..... de 20 20 .....

**(Firma del interesado)**

Fdo.: PAULA MATEO RIVAS

## AGRADECIMIENTOS

*Mi más sincero agradecimiento a mi tutor, Juan José Segura Egea, y a mi cotutora, María del Carmen Jiménez Sánchez, por su ayuda, paciencia y dedicación para poder elaborar el presente trabajo.*

*Si me puedo permitir estas palabras es gracias, exclusivamente a mis padres. Es increíble el orgullo y el coraje que se siente al ser la primera en una familia humilde que llega y supera la Universidad. Solo hay sacrificio y trabajo de una familia que lo ha dado todo por mí y que nunca podré agradecerles todo. Gracias por apostar por mí.*

*Gracias a mi familia y a mi pareja por celebrar mis triunfos como si fueran los suyos y por ser imprescindibles en estos 5 años de carrera.*

*A mis dos hermanos por ser partícipe de todo, y apoyarme siempre. Gracias por darme la alegría de casa, mis cuatro sobrinas, que a pesar de ser pequeñas, no tendría palabras para describir el orgullo que sienten por mí y yo por ellas.*

*Además, darle las gracias a mi cuñada, por ser como una hermana y ayudarme cada vez que lo he necesitado.*

*Y por último, y no por ello menos importante, quería darle las gracias a mis amigas durante estos 5 años de carrera, que se han convertido en familia y aunque cada una escoja su camino, siempre estaremos juntas.*

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

### **1. RESUMEN/ABSTRACT**

### **2. INTRODUCCIÓN**

#### **2.1. ¿Por qué tiene color el diente?**

##### **2.1.2 Alteraciones y color**

#### **2.2 ¿Qué son los biocerámicos?**

##### **2.2.1 Concepto**

##### **2.2.2 MTA**

##### **2.2.3 BIODENTINE**

#### **2.3 Usos en endodoncia**

### **3. OBJETIVOS**

### **4. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA**

### **5. RESULTADOS**

### **6. DISCUSIÓN**

### **7. CONCLUSIONES**

### **8. LIMITACIONES**

### **9. BIBLIOGRAFÍA**

## 1. RESUMEN.

**Objetivo:** La presente revisión de la literatura tiene como objetivo principal analizar las alteraciones de color dentario consecutivas al uso de materiales biocerámicos en técnica de endodoncia regenerativa.

**Material y método:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos Pubmed donde los criterios de inclusión fueron: Artículos de los que se podía obtener el texto completo, artículos publicados en los últimos 10 años, artículos en inglés o español, artículos de estudios en humanos o animales. Se han obtenido un total de 10 artículos para realizar el trabajo.

**Conclusión:** La mayoría de los autores, están de acuerdo en el uso de Biodentine para el tratamiento de revascularización en dientes inmaduros con mayor compromiso estético ya que produce una menor alteración del color del diente, en el tiempo, en comparación con el resto de materiales.

## 1. ABSTRACT

**Objective:** The main objective of this literature review is to analyze the alterations of the dental color consecutive to the use of bioceramic matrices in the technique of regenerative endodontics.

**Material and method:** A literature search was conducted on the Pubmed database where the inclusion criteria were: articles from which the full text could be obtained, articles published in the last 10 years, articles in English or Spanish, articles from human or animal studies. A total of 10 articles were obtained to carry out the work.

**Conclusion:** Most of the authors agree on the use of Biodentine for the treatment of revascularization in immature teeth with greater aesthetic commitment since it produces less alteration of the color of the tooth, in time, compared to the rest of the materials.

## 2. INTRODUCCIÓN.

### 2.1 ¿Por qué tiene color el diente?

El color y la apariencia de los dientes es un fenómeno complejo, con muchos factores como la translucidez, las condiciones de iluminación, la opacidad, la dispersión de la luz, el brillo y el ojo humano y el cerebro que influyen en la percepción general del color de los dientes.(17)

La medición del color del diente es posible a través de una serie de métodos que incluyen la evaluación visual con guías de color, espectrofotometría, colorimetría y análisis informático de imágenes digitales. Estos métodos se han utilizado con éxito para medir los cambios longitudinales del color del diente cuando la dentición se ha sometido a procedimientos de blanqueamiento dental.(17)

El objetivo final de la estética en Odontología es crear una bonita sonrisa, con dientes de agradables proporciones y buena disposición de los dientes en armonía con la encía, los labios y el rostro del paciente.(17)

La estética de cualquier restauración necesita considerar los parámetros de: forma de la superficie, translucidez y el color.(17)(18)

El color de los dientes lo determinan los efectos combinados de las coloraciones intrínsecas y extrínsecas. Las coloraciones intrínsecas están asociadas con las propiedades de dispersión y absorción de luz del esmalte y la dentina. El color extrínseco está asociado con la absorción de materiales como pueden ser, vino tinto, té, clorhexidina, sales de hierro...(17)(18)

Debido a que las manchas extrínsecas están en la superficie del diente, pueden ser eliminadas completamente por la acción abrasiva de la profilaxis dental y por un efectivo y controlado uso de la pasta de dientes.(18)

Hay muchos métodos de tratamiento y materiales para mejorar las manchas intrínsecas. “Blanqueamiento vital de la guardia nocturna”



introducida en 1989 es una de las técnicas, donde un gel de peróxido de carbamida se mantiene contra los dientes anteriores con un protector de encías para aclarar el color de los dientes.(18)

Actualmente el blanqueamiento dental sigue siendo cada vez más popular, tanto profesionalmente o a través de productos de consumo.(23)

El color es un fenómeno psicofísico respuesta a la interacción física de la energía de la luz con un objeto, y la experiencia subjetiva de un observador individual.(23)

### 2.1.1 Alteraciones y color

Pueden influir tres factores en la percepción del color: (23)

- **Fuente de luz.** La fuente de luz puede emitir energía de un rango de longitudes de onda y esto es caracterizada por la cantidad relativa de energía emitida por cada longitud de onda del espectro visible. La fuente de luz que ilumina un objeto afecta a la percepción de color, y las fuentes individuales contienen cantidades variables de cada una de las longitudes de onda visibles a la luz.
- La **reflectancia espectral** de un objeto caracteriza la composición de color de ese objeto. La reflexión espectral o curva de transmisión del objeto lo representa gráficamente y proporciona una forma de cuantificar el color numéricamente.
- **Sistema visual del ojo y el cerebro.**

Un problema importante surge cuando se intenta comunicar a los demás los colores. Por ello se han desarrollado varias escalas de color, pudiendo ser descrito con la teoría de Munsell (espacio de color en términos de tono, valor, croma).

El tono es el atributo de un color que permite distinguir entre las diferentes familias de color, para por ejemplo, rojos, azules y verdes.

El valor indica la ligereza de un color que va desde el negro puro hasta el blanco puro.

El croma es el grado de color, saturación y describe la fuerza, intensidad o la vivencia de un color.

### **2.1.2 Propiedades ópticas de los dientes**

El color de un diente se encuentra determinado por una combinación de sus propiedades ópticas. Cuando la luz se encuentra con un diente, se producen cuatro fenómenos asociados a las interacciones del diente con el flujo de luz: (23)

1. La transmisión especular de la luz a través del diente.
2. La reflexión especular en la superficie.
3. La reflexión de la luz difusa en la superficie.
4. La absorción y dispersión de la luz dentro de los tejidos dentales.

Se ha demostrado que el color de los dientes resultan de la dispersión del volumen de la luz, es decir, la luz iluminante sigue a la luz altamente irregular a través del diente antes de que emerja en la superficie y llega al ojo del observador. El color distinto a blanco (no-blanco) es predominantemente el resultado de la absorción a lo largo de las longitudes de estas trayectorias y del coeficiente de absorción de los tejidos de los dientes.(23)

Spitzer y Ten Bosh mediante un estudio confirmaron que el color de los dientes está determinado principalmente por el color de dentina, el esmalte juega un papel menor.(23)

Varios trabajadores informaron que la combinación de la fluorescencia de la dentina y el esmalte realzan la blancura o el valor de los dientes. Por el contrario, Ten Bosch y Coops midieron el color de las muestras de dientes

y concluyeron que bajo las fuentes de luz diarias, condiciones de iluminación, la fluorencia no contribuye al color de los dientes observados visualmente.(23)

En la actualidad se utilizan muchos métodos para evaluar el color. Estas van desde comparaciones visuales subjetivas usando papel, porcelana coloreada o acrílico y guías de colores de resinas. Mediciones con espectrofotómetros, colorímetros y técnicas de análisis de imagen. El método mas frecuente en Odontología es la determinación visual del color, por comparación de el diente con guías de colores estándar. Diente y guía se observan bajo las mismas condiciones de iluminación.(19)

La gama de color y la distribución del color de los dientes se ha descrito por un grupo de investigadores. Los dientes anteriores maxilares, por lo general, son ligeramente más amarillos que los dientes anteriores de la mandíbula. Los incisivos centrales maxilares son de mayor valor que los incisivos laterales y caninos. No hay diferencias significativas entre los hombres y las mujeres.(20)(21)(22)

Por lo genera, el color natural de los dientes tiene una tendencia significativa a aumentar con la edad, volviéndose más oscuro y más amarillo. Se ha demostrado que con la edad, la superficie incisal puede aumentar en rojez debido al desgaste oclusal en la zona de los incisivos. A medida que la pulpa dental envejece se encoge, dejando la dentina secundaria a su paso.(23)

## **2.2 ¿Qué son los biocerámicos?**

### **2.2.1 Concepto**

Los cementos biocerámicos son materiales cerámicos biocompatibles, que han aparecido a principio de los años 90. Mahmoud Torabinejad en 1993, describió el primer material biocerámico en endodoncia, el MTA (Mineral Trioxide Aggregate), y fue aprobado por la FDA (Food and Drug Association) en 1998.

Hoy en día, existen múltiples materiales biocerámicos en el mercado, siendo los más conocidos el MTA (ProRoot MTA o MTA Angelus) y el Biodentine.

En términos generales, los materiales biocerámicos van a tener aplicaciones tanto a nivel coronal como a nivel radicular, siendo estas aplicaciones: recubrimiento pulpar directo, pulpotomía, sellado de perforaciones radiculares, perforaciones en furca, sellado de reabsorciones cervicales invasivas y reabsorciones radiculares internas y externas, obturaciones a retro en cirugía pericapical, apicoformaciones, y endodoncia regenerativa revascularización pulpar.(1)

### **2.2.2 MTA**

El MTA está compuesto por silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato férrico tetracálcico, sulfato cálcico dihidratado, óxido tricálcico, óxido de silicato y óxido de bismuto (que le aporta radiopacidad). (2)

Entre las propiedades del MTA encontramos un pH alcalino (12.5), buena biocompatibilidad y capacidad de sellado, baja hidrosolubilidad, radiopacidad, capacidad bacteriostática y antifúngica, no es reabsorbible, fragua en ambiente húmedo y tiene un tiempo de trabajo largo. (2)(3)

En cuanto a su tiempo de fraguado, debemos diferenciar entre el MTA de dos casas comerciales: el MTA ProRoot tiene un tiempo de fraguado aproximado de 2 horas y 45 minutos, mientras que el MTA Angelus, tiene un tiempo de fraguado de 15 minutos.(2)

El material se puede presentar en dos colores, gris y blanco, debido a que el MTA produce una tinción de la corona del diente, sin embargo, tras varios estudios, ambos materiales han supuesto tinción dental, por ello el uso está condicionado en determinados tratamientos, como en recubrimientos pulpares y pulpotomías en sector anterior.(1)(2)(3)

A nivel celular, se ha demostrado que el MTA produce liberación de iones calcio, induce la mineralización ósea, produce reparación de los tejidos perirradiculares, induce la neoformación de cemento perirradicular, activa los cementoblastos, induce el reclutamiento y proliferación celular para formar un puente dentinario, reduce la inflamación y al colocarlo en contacto con las células de la pulpa dental humana, las diferencia en odontoblastos.(2)(3)

Diversos estudios demuestran que regula la expresión de colágeno tipo I y la osteocalcina en osteoblastos tras 24 horas(2) y permite la unión y crecimiento de cementoblastos.(3)

### 2.2.3 BIODENTINE

Es un material bioactivo que promueve la dentinogénesis, y sus propiedades son: pH alcalino, biocompatibilidad, antibacteriano, produce dentina reparativa, liberación de calcio e hidroxiapatita, radiopacidad (menor que el MTA) y solubilidad. Su tiempo de fraguado es de 12 minutos.

La ventaja principal que presenta este material respecto al MTA es que no produce tinción del diente, por lo que será el material de elección cuando nos encontremos con tratamiento pulpares que comprometan la zona coronal y cervical de dientes tanto anteriores como posteriores.

### 2.3 Usos en endodoncia

**Recubrimiento pulpar directo:** cuando tenemos exposición pulpar. Por caries o traumatismo, podemos colocar un material biocerámico, siendo el Biodentine, el material de elección en el sector anterior y gracias a que su tiempo de fraguado es de 12 minutos, podemos realizar la restauración definitiva en la misma sesión.(4)



Imagen 1: Recubrimiento pulpar directo. Imagen intraoperatoria.

**Pulpotomía:** formación de un puente dentinario en la entrada de los conductos, permitiendo mantener la vitalidad de la pulpa radicular y un correcto desarrollo radicular.(4)

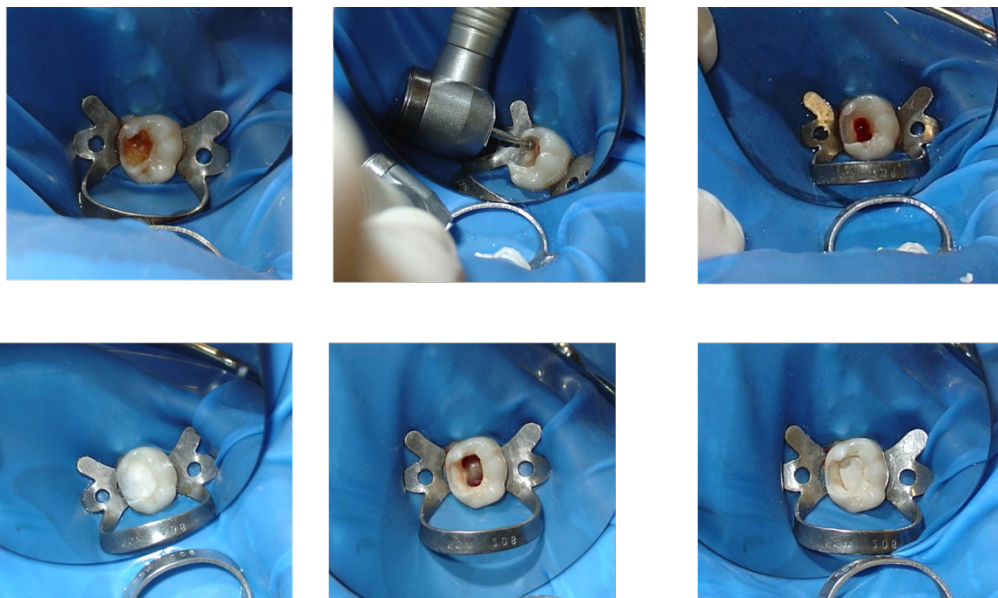


Imagen 2: Terapia pulpar en dientes deciduos.

**Apicoformación:** tratamiento que se realiza para inducir la formación de una barrera calcificada en dientes con ápice abierto o para continuar el desarrollo de la raíz parcialmente en dientes necróticos. Esta técnica nos aporta dos ventajas: podemos realizar la apicoformación en una sola visita, pudiendo hacer la restauración definitiva en la misma sesión y la obtención de un buen sellado apical, favoreciendo una mejor regeneración ósea. Como desventajas, cuando se realiza una apicoformación cabe destacar la dificultad de llevar el material a la zona apical en conductos largos y estrechos y la posibilidad de sobreobturación al encontrarnos un diente con ápice abierto y un diámetro apical grande. El porcentaje de éxito clínico de la técnica supone el 96%.(4)

**Barrera apical con MTA:** esta técnica se utiliza para la obturación de ápices con un gran calibre, en torno a un 60 o superior, o cuando no tengamos un correcto stop apical para la gutapercha.(4)



Imagen 3: Radiografía periapical de una barrera apical con MTA.



**Revascularización pulpar:** los procedimientos regenerativos pulpares están indicados en casos de diente con ápice inmaduro, paredes sin formar y fragilidad de las mismas en dientes que han perdido la vitalidad pulpar, y por tanto, no pueden finalizar su crecimiento radicular. Se busca inducir un sangrado de la zona apical para rellenar el conducto de sangre y así que se introduzcan células madres en el interior del conducto y que pueda continuar el desarrollo radicular. Cuando se haya formado un coágulo colocaremos 4 mm de cemento biocerámico por debajo de la línea amelocementaria, y seguidamente restauraremos la pieza.(4)

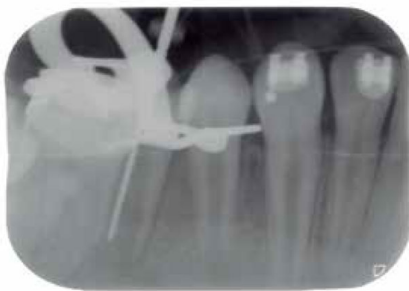


FIGURA 6. Rx de conductometría realizada con una lima K #70.



FIGURA 9. Rx final tras la colocación de MTA y la realización de la restauración con composite.



FIGURA 7. Coágulo de sangre en el interior del conducto.



FIGURA 10. Rx de control a las 18 meses. Se observa la evolución favorable del caso con continuación del desarrollo radicular. La paciente continúa con su tratamiento de ortodondia.



FIGURA 8. Sellado del tercio coronal del conducto con MTA.



FIGURA 11. Rx de control a los 3 años.

*Imagen 4: Regeneración pulpar en diente permanente con ápice inmaduro.*



### 3. OBJETIVOS

**Objetivos principales:** La presente revisión de la literatura tiene como objetivo principal analizar las alteraciones de color dentario consecutivas al uso de materiales biocerámicos en técnica de endodoncia regenerativa.

### 4. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA.

Para llevar a cabo la confección de esta revisión bibliográfica, "LAS ALTERACIONES DEL COLOR DENTARIO PROVOCADAS POR LOS MATERIALES BIOCERÁMICOS UTILIZADOS EN ENDODONCIA REGENERATIVA", he llevado a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos científicos en la siguiente base de datos: Pubmed y Google Academy.

En la base de datos Pubmed los términos Mesh empleados en la primera búsqueda fueron: **"Dental colour"**, **"Biodentine"**, **"MTA"**, **"Tricalcium-silicate cement"**, **"Bioceramics"**, **"Root canal treatment"**, **"Pulp revascularización"**, **"Revitalisation endodontic treatment"**, **"Regenerative endodontics procedures"**, **"Regenerative endodontic therapy"**, **"Regenerative endodontics"**, **"Pulp revascularización"** y **"Revascularization"**.

Se detalla a continuación el proceso de la primera búsqueda de artículos mediante una tabla donde se recogen las palabras claves, junto con el número total de artículos resultantes.

PRIMERA BÚSQUEDA	ARTÍCULOS TOTALES
<b>"Dental colour"</b>	7668
<b>"Biodentine"</b>	454
<b>"MTA"</b>	9049
<b>Tricalcium-silicate cement"</b>	300
<b>"Bioceramics"</b>	966

“Root canal treatment”	2698
“Regenerative endodontics treatment”	527
Regenerative endodontic procesures”	650
“Regenerative endodontics therapy”	32
“Regenerative endodontics”	205
“Pulp revascularization”,	262
“Revascularization”	52321

A continuación, realicé una segunda búsqueda combinando los términos Mesh, utilizados en la primera búsqueda, a través de los operadores booleanos (“AND” y “OR”) de la siguiente forma:

- ❖ (Tricalcium-silicate cement OR MTA OR biodentine OR bioceramic) AND (regenerative endodontics OR pulp revascularization OR root canal treatment) AND colour.

### **Criterios de inclusión y exclusión:**

Los criterios de inclusión utilizados en la búsqueda fueron:

1. Artículos de los que se podía obtener el texto completo.
2. Artículos publicados en los últimos 10 años.
3. Artículos en inglés o español.
4. Artículos de estudios en humanos o animales.

Igualmente se establecieron unos criterios de exclusión:

1. Artículos que carecían de interés o utilidad para el tema
2. que se iba a tratar.
3. Artículos en idiomas distintos al español, inglés, portugués.
4. Imposibilidad de recuperar los artículos a texto completo.

Un total de 33 artículos fueron encontrados aplicando el método de búsqueda anterior. Al aplicar los criterios anteriormente mencionados.

## 5. RESULTADOS.

### 5.1 Estudios clínicos

AUTOR	REVISTA	AÑO	BIOCEÁMICOS	TÉCNICA	ALTERACIÓN DEL COLOR
Madani Z, Alvandifar S, Bizhani A. (23)	Dent Res J	2019	MTA, cemento de mezcla enriquecida con calcio (CEM) y Biodentine	Revascularización	Tasa de decoloración en presencia y ausencia de sangre en el grupo Biodentine menor y estadísticamente significativa en comparación con MTA, pero no significativa en comparación con la del grupo CEM.
Timmerman A, Parashos	J Endod	2018	MTA	Revascularización	Restos de MTA dentro

P. (25)					de la cámara pulpar contribuyeron a la decoloración del diente.
---------	--	--	--	--	---

## 5.2 Estudios de laboratorios

AUTOR	REVISITA	AÑO	BIOCERÁMICOS	TÉCNICA	ALTERACIÓN DEL COLOR
Oliveira LSJ, Silva PFD, Figueiredo FED, Brito Junior M, Sousa-Neto MD, Faria-E-Silva AL. (24)	Int J Esthet Dent	2019	MTA, triple pasta antibiótica (TAP)	Revascularización	Muestras teñidas con TAP más oscuras. No diferencias entre dientes manchados con sangre y con MTA.
Marciano MA, cAMILLE RI j, Costa RM, Matsumoto MA, Guimaraes BM, Duarte MAH. (26)	J Endod	2017	MTA Angelus, MTA + 5%, 15% y 45% óxido de zinc (ZnO) en peso	Revascularización	La adición de ZnO no alteró significativamente la radiopacidad, el tiempo de fraguado, el cambio de volumen, el pH y la biocompatibilidad en comparación con MTA Angelus. La

					adición de 5% de ZnO fue suficiente para prevenir la decoloración dental observada con MTA Angelus.
Santos LG, Felipe WT, Souza BD, Konrath AC, Cordeiro MM, Felipe MC. (27)	J Appl Oral Sci	2017	Tripe pasta antibiótica (TAP), hidróxido de calcio (HC), cemento de ionómero de vidrio (GIC), MTA y blanqueamiento con peróxido de carbomida.	Endodoncia regenerativa	Los especímenes del grupo TAP presentaron mayor alteración del color que la TAPM. La alteración del color aumenta con el tiempo. El material de sellado cervical no influye en la alteración del color. El blanqueamiento dental fue capaz de recuperar ,parcialmente ,el color de la corona del diente.
Yoldas SE, Bani M, Atabek D, Bodur H. (28)	J Endod	2016	Grupo BioAggregate, Grupo Biodentine, MTA, Grupo sanguíneo	Revascularización	Biodentine tiene el menor potencial de decoloración entre los

					materiales probados.
Marconya K LJ Jr, Kirkpatrick TC, Roberts HW, Robert MD, Aparicio A, Himel VT, Sabey KA. (29)	J Endod	2016	ProRoot MTA, ProRoot MTA blanco, material de reparación de raíz EndoSequence, MTA Angelus y Biodentine	Pulpotomía ex vivo	EndoSequence y Root Repair Material y Biodentine tuvieron significativamente menos decoloración en comparación con ProRoot MTA, MTA Angelus, ProRoot MTA blanco.
Arlman M, Khalilak Z, Esnaashari E, Saati K. (30)	Irán Endod J	2015	MTA y cemento de mezcla enriquecida con calcio (CEM)	Endodoncia	La decoloración de los dientes fue igualmente detectable con los dos materiales experimentales.
Kang SH, Shin YS, Lee HS, Kim SO, Shin Y, Jung IY, Song JS. (31)	J Endod	2015	ProRoot MTA, MTA Angelus, ENDOCEM Zr y RetroMTA	Endodoncia	Se observó menos decoloración con ENDOCEM Zr y RetroMTA que con ProRoot MTA y MTA Angelus (conteniendo óxido de bismuto) en los dos modelos de

					prueba utilizados.
Rouhani A, Akbari M, Farhadi-Faz A. (32)	Irán Endod J	2016	Cemento de mezcla enriquecida con calcio (CEM) y el agregado de trióxido mineral (MTA)	Endodonci a	La decoloración media de los dientes en el grupo MTA fue significativamente mayor que la de los grupos CEM y control. El cemento CEM no indujo decoloración dental después de seis meses. Se puede utilizar en la terapia pulpar vital de dientes estéticamente sensibles.

## 6. DISCUSIÓN.

Se acogen varios términos en la literatura referentes a la endodoncia regenerativa, la revascularización y la revitalización son los más utilizados. El concepto de “revitalización pulpar” puede ser el más acertado ya que alude a tejido vital no específico pudiendo ser dentina, cemento o hueso, en lugar de solo vasos sanguíneos como estaría implicando el término “revascularización”.(7)

Hay cierto debate por varios autores sobre el término que más se adapte al procedimiento. Los procedimientos de endodoncia regenerativa

buscan la formación de tejido pulpar nuevo. Esto genera la presencia de odontoblastos capaces de formar dentina, siendo posible que no siempre se regeneren odontoblastos, verdaderamente siendo una invaginación lo que ocurre dentro del espacio pulpar y un crecimiento de tejido periodontal siendo cemento lo que se forma sobre la dentina preexistente, alargando y ensanchando las paredes del conducto, incluso tejido más similar al hueso.(8)

A pesar del reconocido éxito clínico de los tratamientos de conductos convencionales, los dientes sometidos a este tipo de tratamiento, se vuelven desvitalizados, frágiles y susceptibles a fracturas postoperatorias u otras complicaciones como las reinfecciones. Son inevitables estas consecuencias debido a la desvitalización provocada durante el tratamiento, dando lugar a la pérdida de la homeostasis y mecanismos de defensas innatos del diente.(16)

Dentro de los **estudios clínicos** realizados para valorar la decoloración que se produce en los dientes después del uso de biocerámicos en endodoncia regenerativa:

En el primer estudio se evaluó la decoloración de los dientes después del tratamiento con agregado trióxido material (MTA), cemento de mezcla enriquecida con calcio (CEM) y Biodentine en presencia y ausencia de sangre mediante análisis espectrofotométrico. Se prepararon un total de 68 dientes anteriores permanentes extraídos. Se dividieron aleatoriamente en dos grupos siendo la esponja incrustada en las cavidades de acceso saturada con sangre fresca o solución salina normal usando una jeringa de insulina, posteriormente cada grupo se subdividió en tres subgrupos de cemento: MTA- Angelus, Cemento CEM y biodentine con un espesor de 3 mm se colocaron en la cavidad de acceso de la esponja. La tasa de decoloración se midió por espectrofotómetro dentro de estos parámetros: después de preparar la cavidad y 1 día, 1 mes y 6 meses después de la colocación del material. El estudio indicó que Biodentine induce la decoloración dental más baja en presencia y ausencia de sangre, y su tasa de decoloración es significativamente menos que la de MTA. Concluye



sugiriendo que el Biodentine se puede usar con más confianza para tratamientos de endodoncia con contaminación sanguínea coronal, como la regeneración y la reparación de la perforación cervical en la zona estética de los dientes. (23)

En el segundo estudio, el autor presenta la recuperación de los restos de un segundo premolar derecho mandibular descolorido de una mujer de 17 años después de un efectivo procedimiento de endodoncia regenerativa (REP). Se realizó una exploración tomográfica computerizada con haz cónico para investigar la formación de tejidos duros dentro del conducto radicular. Como conclusión, los restos de MTA dentro de la cámara pulpar contribuyeron a la decoloración del diente y parecen haber obstruido la formación de tejido duro. Se deben seleccionar otros materiales con estabilidad de color como barreras coronales para los REP para evitar un posible efecto adverso del MTA sobre el resultado y la decoloración. (25)

Otros autores realizan **estudios en laboratorios**:

Uno de ellos evaluó la decoloración coronal inducida por diferentes materiales o sangre, así como el efecto del blanqueamiento interno en la decoloración. Realizó la medición del color del diente al inicio del estudio con un espectrofotómetro de esfera, los conductos radiculares de los molares se llenaron parcialmente con agregado de trióxido mineral blanco (MTA), pasta triple antibiótica (TAP) o una bolita de algodón con suero bovino. Se colocó sangre en la cámara pulpar. Los cambios de color se evaluaron a los 30, 60 y 180 días después del procedimiento. Posteriormente, después de la decoloración, se realizó un blanqueamiento interno con una mezcla de perborato de sodio y peróxido de hidrógeno insertado en la cámara pulpar, y la mezcla se reemplazó semanalmente durante 3 semanas. Después del período de tinción, las muestras teñidas con TAP eran más oscuras y más verdes que las otras muestras, y no se observó diferencia entre los dientes manchados con sangre y los manchados con MTA. Como conclusión, las muestras teñidas con TAP tuvieron la mayor decoloración de los dientes y

siguió siendo la más alta después de la técnica de blanqueador ambulante. (24)

Otro autor, investigó la adición de cantidades variables de óxido de zinc para inhibir la decoloración dental causada por Angelus agregado de trióxido mineral (MTA).

Se probaron MTA Angelus y MTA con adiciones de 5%, 15% y 45% de óxido de zinc (ZnO) en peso. Los cementos establecidos se caracterizaron mediante el uso de una combinación de microscopía electrónica de barrido, espectroscopía de dispersión de energía y difracción de rayos X. La decoloración dental en contacto con los cementos se midió después de 24 horas, 28 días y 90 días. Concluyó que la adición de 5%, 15% o 45% de óxido de zinc a MTA Angelus inhibe la decoloración dental sin modificar la radiopacidad, el tiempo de fraguado, el cambio de volumen, el pH y la biocompatibilidad. (26)

Otro estudio, en 2017, fue la evaluación del color de la corona de un diente después del tratamiento intracanal con triple pasta antibiótica (TAP) o hidróxido de calcio (CH); sellado cervical con cemento de ionómero de vidrio (GIC) o agregado de trióxido mineral (MTA); y blanqueo con peróxido de carbamida. Posteriormente a la extracción de la pulpa y la medición del espectrofotómetro de color, 50 incisivos bovinos se dividieron en 4 grupos experimentales y un control (que no se trató). Se demostró que el TAP induce una mayor alteración del color que TAPM (que es un compuesto formado por ciprofloxacina, metronidazol y amoxicilina, en vez de ciprofloxacina, metronidazol y minociclina como la triple pasta antibiótica o TAP), que la alteración del color aumentaba con el tiempo y que el material de sellado cervical no tiene influencia en la alteración del color. El blanqueamiento dental recuperó parcialmente el color de la corona del diente. (27)

En 2016, se realizó una investigación in vitro comparando el posible efecto de decoloración del agregado de bioagregado, biodentine y trióxido de mineral blanco en los dientes bovinos. 40 dientes bovinos anteriores se han

utilizado para el estudio, siendo separadas las coronas de las raíces, divididas en 4 grupos: grupo BioAggregate, grupo Biodentine, el agregado de trióxido mineral Angelus y un único grupo sanguíneo. Se descubrió que Biodentine tiene el menor potencial de decoloración entre los demás materiales, siendo seguido por trióxido mineral Angelus, BioAggregate y el que más decoloración presentó fue el “único grupo sanguíneo”. (28)

Otro estudio en 2016 evaluó la decoloración coronal de dientes de ProRoot MTA, ProRoot MTA blanco, material de reparación de raíz EndoSequence, MTA Angelus y Biodentine. No hubo diferencias significativas entre el ProRoot MTA blanco, MTA Angelus y el grupo de control positivo. Biodentine y EndoSequence Root Repair tuvieron una decoloración significativamente menor que los ProRoot MTA, MTA Angelus y ProRoot MTA blancos. (29)

En 2015, se estudiaron los cambios de color en los dientes después del tratamiento con diversos materiales a base de MTA como son: ENDOCEM Zr y RetroMTA, ya que el más usado (ProRoot MTA) tiene el inconveniente de causar decoloración de los dientes. Se observaron cambios de color distintos para los fabricados con MTA Angelus y ProRoot MTA, por el contrario, no se encontraron cambios significativos con los fabricados con ENDOCEM Zr o RetroMTA. (31)

Entre otros estudios, se realizó in vitro una evaluación de la decoloración dental inducida por el cemento de mezcla enriquecida con calcio (CEM) y el agregado de trióxido mineral (MTA). Se realizó una selección de 45 incisivos centrales superiores humanos que anteriormente habían sido tratados endodónticamente y se dividieron en tres grupos después de retirar los 3 mm coronal de los materiales de obturación. Como resultados, no hubo diferencias significativas entre el grupo CEM y el grupo control. En el grupo MTA la decoloración media fue mayor que la de los grupos CEM y control. Cemento CEM no indujo decoloración dental después de 6 meses, se puede utilizar en terapia pulpar vital de dientes estéticamente comprometidos. (32)

En definitiva, la mayoría de los autores, están de acuerdo en el uso de Biodentine para el tratamiento de revascularización en dientes inmaduros con mayor compromiso estético ya que produce una menor alteración del color del diente, en el tiempo, en comparación con el resto de materiales.

## **7. CONCLUSIONES.**

- I.** El color y la apariencia de los dientes es un fenómeno complejo, donde influyen muchos factores.
- II.** Podemos realizar la medición del color del diente a través de diferentes métodos: evaluación visual con guías de color, espectrofotometría, colorimetría y análisis informático de imágenes digitales.
- III.** Actualmente existen diversos materiales biocerámicos, siendo los más conocidos MTA (ProRoot MTA o MTA Angelus) y Biodentine. Van a tener aplicaciones tanto a nivel coronal como a nivel radicular, siendo estas aplicaciones: recubrimiento pulpar directo, pulpotomía, sellado de perforaciones radiculares, perforaciones en furca, sellado de reabsorciones cervicales invasivas y reabsorciones radiculares internas y externas, obturaciones a retro en cirugía periapical, apicoformaciones y endodoncia regenerativa, revascularización pulpar.
- IV.** En los dos estudios clínicos valorados, el biocerámico MTA produce una mayor alteración del color del diente con respecto al biocerámico Biodentine y al cemento de mezcla enriquecida con calcio (CEM). Comparando Biodentine y cemento de mezcla enriquecida con calcio, no hay diferencias significativas en el procedimiento de revascularización.
- V.** Estudios realizados en laboratorios llegan a la conclusión que el biocerámico MTA produce una decoloración mayor en el diente en comparación con el resto de materiales. En un estudio se concluyó

que la adición de un porcentaje de ZnO era suficiente para prevenir la decoloración dental observada con MTA. Por otro lado, se ha demostrado que uno de los materiales más efectivos y con menos decoloración es el Biodentine seguido de EndoSequence Root Repair en el proceso de endodoncia regenerativa.

## **8. LIMITACIONES.**

La limitación principal de esta revisión bibliográfica ha sido la falta de evidencia científica en el ámbito clínico en relación al tema seleccionado a pesar de tratarse de una práctica muy común en la clínica.

## 9. BIBLIOGRAGÍAS.

1. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* [Internet]. 1993 Nov 1 [cited 2020 Mar 3];19(11):541–4.
2. Jeeruphan T, Jantararat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM. Mahidol study 1: Comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: A retrospective study. *J Endod*. 2012.
3. Holden DT, Schwartz SA, Kirkpatrick TC, Schindler WG. Clinical Outcomes of Artificial Root-end Barriers with Mineral Trioxide Aggregate in Teeth with Immature Apices. *J Endod*. 2008.
4. Staffoli S, Plotino G, Torrijos BGN, Grande NM, Bossù M, Gambarini G, et al. Regenerative endodontic procedures using contemporary endodontic materials. *Materials (Basel)*. 2019;16(6):1–28.
5. Khoshkhounnejad M, Shokouhinejad N, Pirmoazen S. Regenerative Endodontic Treatment: Report of Two Cases with Different Clinical Management and Outcomes. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2015;12(6):460–8.
6. Paniagua MI. Revascularización pulpar de un incisivo central permanente con ápice inmaduro. *CES Odontol*. 2010;23(1):9–12.
7. Neha K, Kansal R, Garg P, Joshi R, Garg D, Grover HS. Management of immature teeth by dentin-pulp regeneration: A recent approach. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011;16(7).
8. Mendoza AM. Traumatología oral Diagnóstico y tratamiento integral Traumatología oral Diagnóstico y tratamiento integral.
9. Garcia-Godoy F, Murray PE. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. *Dent Traumatol*. 2012;28(1):33–41.

10. Martin DE, De Almeida JFA, Henry MA, Khaing ZZ, Schmidt CE, Teixeira FB, et al. Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. *J Endod* [Internet]. 2014;40(1):51–5.
11. Kahler B, Lin LM. a Review of Regenerative Endodontics: Current Protocols and Future Directions. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017;51(0):41–51.
12. Nikita BR, Fabricio BT, Caio CRF, Anibal D, Ruparel NB, Teixeira FB, et al. Direct effect of intracanal medicaments on survival of stem cells of the apical papilla. *J Endod*. 2012;38(10):1372.
13. Consent I, Appointment F. AAE Clinical Considerations for a Regenerative Procedure Revised 4-12-15. *Aae*. 2015;1–6.
14. Lei L, Chen Y, Zhou R, Huang X, Cai Z. Histologic and Immunohistochemical Findings of a Human Immature Permanent Tooth with Apical Periodontitis after Regenerative Endodontic Treatment. *J Endod*. 2015;41(7):1172–9.
15. Jiménez Sánchez, María del Carmen. Materiales compuestos de vidrio bioactivo mesoporoso funcionalizado con zinc para aplicación en endodoncia regenerativa. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. 2019.
16. Mayekar SM. Shades of a color illusion or reality? *Dental Clinics of North America* 2001;45:155—172.
17. Vallittu PK, Vallittu ASJ, Lassila VP. Dental aesthetics—a survey of attitudes in different groups of patients. *Journal of Dentistry* 1996;24:335—338.
18. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1986;56:35—40.
19. Goodkind RJ, Keenan K, Schwabacher WB. Use of a fiberoptic colorimeter for an in vivo color measurement of 2830 anterior teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1987;58: 535—542.

20. Zhao Y, Zhu J. In vivo color measurement of 410 maxillary anterior teeth. *The Chinese Journal of Dental Research* 1998;3:49—51.
21. Hasegawa A, Motonomi A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color of natural tooth crown in Japanese people. *Color Research and Application* 2000;25:43—48.
22. Joiner, Andrew. Tooth colour: A review of the literatura. *Journal of dentistry* 2004.
23. Madani Z, Alvandifar S, Bizhani A. Evaluation of tooth discoloration after treatment with mineral trioxide aggregate, calcium-enriched mixture, and Biodentine® in the presence and absence of blood. *Dent Res J (Isfahan)*. 2019 Nov 12;16(6):377-383.
24. Oliveira LSJ, Silva PFD, Figueiredo FED, Brito-Junior M, Sousa-Neto MD, Faria-E-Silva AL. In vitro evaluation of tooth discoloration induced by regenerative endodontic therapy and the effectiveness of the walking bleach technique. *Int J Esthet Dent*. 2019;14(3):300-309.
25. Timmerman A, Parashops P. Bleaching of a Discolored Tooth with Retrieval of Remnants after Successful Regenerative Endodontics. *J Endod* 2018 Jan;44(1):93-97.
26. Marciano MA, Camilleri J, Costa RM, Matsumoto MA, Guimarães BM, Duarte MAH. Zinc Oxide Inhibits Dental Discoloration Caused by White Mineral Trioxide Aggregate Angelus. *J Endod* 2017 Jun;43(6).
27. Santos LG, Felipe WT, Souza BD, Konrath AC, Cordeiro MM, Felipe MC. Crown discoloration promoted by materials used in regenerative endodontic procedures and effect of dental bleaching: spectrophotometric analysis. *J Appl Oral Sci* 2017 Mar-Apr;25(2).
28. Yoldaş SE, Bani M, Atabek D, Bodur H. Comparison of the Potential Discoloration Effect of Bioaggregate, Biodentine, and White Mineral Trioxide Aggregate on Bovine Teeth: In Vitro Research. *J Endod* 2016 Dec;42(12).



29. Marconyak LJ Jr , Kirkpatrick TC , Roberts HW , Roberts MD , Aparicio A , Himel VT , Sabey KA. A Comparison of Coronal Tooth Discoloration Elicited by Various Endodontic Reparative Materials. J Endod 2016 Mar;42(3).
30. Arman M , Khalilak Z , Rajabi M , Esnaashari E , Saati K . Espectrofotometría in vitro de decoloración dental inducida por agregado de trióxido mineral de color de diente y cemento enriquecido con calcio. Irán Endod J 2015.
31. Kang SH, Shin YS , Lee HS , Kim SO , Shin Y , Jung IY , Song JS . Cambios de color en los dientes después del tratamiento con diversos materiales a base de agregado de trióxido mineral: un estudio ex vivo. J Endod 2015; 41 (5).
32. Rouhani A , Akbari M , Farhadi-Faz A. Comparación de la decoloración dental inducida por la mezcla enriquecida con calcio y el agregado de trióxido mineral. Irán Endod J 2016.

