

TRABAJO FIN DE GRADO



**STEPWISE EXCAVATION.**  
VALORACIÓN DEL ÉXITO EN LA ELIMINACIÓN DE LA  
CARIES PROFUNDA

MARÍA DEL CARMEN CASADO CONDE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



Trabajo Fin de Grado  
Grado en Odontología



## **Stepwise Excavation.**

Valoración del Éxito en la Eliminación de la Caries Profunda

Autor:

María del Carmen Casado Conde

Tutor:

Juan José Segura Egea

Departamento de Estomatología

Facultad de Odontología

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2016

Autor: María Carmen Casado Conde

Tutor: Juan José Segura Egea

D. JUAN JOSÉ SEGURA EGEEA, Catedrático de Patología y Terapéutica Dentales del Departamento de Estomatología de la Universidad de Sevilla,

CERTIFICO:

Que el trabajo titulado “STEPWISE EXCAVATION: VALORACIÓN DEL ÉXITO EN LA ELIMINACIÓN DE LA CARIES PROFUNDA”, desarrollado por D<sup>a</sup> María del Carmen Casado Conde, ha sido realizado bajo mi dirección, habiendo el que suscribe revisado el mencionado trabajo y estando conforme con su presentación como Trabajo Fin de Grado para ser juzgado por el Tribunal que en su día se designe.

En Sevilla, y para que así conste y a los efectos oportunos, firmo el presente certificado a 19 de mayo de 2016.

Fdo. Juan José Segura Egea

*A mis padres*

# Agradecimientos

---

Este proyecto pone fin a mis estudios universitarios en Odontología, una etapa de mi vida inolvidable en la que he vivido momentos muy duros pero que hoy me permiten sentir una enorme satisfacción personal.

Sin duda, tengo que agradecerle al Prof. Juan José Segura Egea su labor tutorial, sus consejos y su guía durante la realización de este trabajo. Asimismo, darle las gracias a la Prof. Isabel Crespo Gallardo, profesora del Máster de Endodoncia de la Universidad de Sevilla por el trabajo realizado.

Este recorrido no hubiese sido posible sin mis padres, Matías y Carmen, cuyo esfuerzo día tras día ha permitido que reciba esta formación. Ellos han celebrado cada éxito de este largo camino y me han comprendido, animado y apoyado incondicionalmente con cada obstáculo que aparecía.

No podía dejar de mencionar a mi hermana Gema, la que un día hace ocho años decidió estudiar Odontología, y a la que cuatro años después, quise acompañar. Gracias a su apoyo y ayuda estos cinco años han sido más fáciles.

Por supuesto, agradecerle a Julio la enorme paciencia y calma que ha tenido conmigo. Él ha confiado y creído en mi cuando yo menos lo hacía y ha sabido transmitirme la energía cuando me faltaba.

No podían faltar mis compañeros de promoción 2011-2016 del Grado de Odontología de Sevilla, y en especial, Blanca, mi compañera de aventuras. Juntas hemos conseguido llegar a la meta y siempre guardaré todos los momentos vividos en el camino.

*Carmen Casado Conde*

*Sevilla, 2016*

<b>Agradecimientos</b>	<b>vi</b>
<b>Índice</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>viii</b>
<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>2</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. <i>La Caries</i>	3
1.1.1. <i>Etiología de la Caries</i>	3
1.1.2. <i>Fisiopatología de la Caries</i>	4
1.1.3. <i>Patogenia de la Caries</i>	4
1.1.4. <i>Anatomía Patológica: dentina infectada, afectada y reacción dentinopulpar</i>	5
1.1.5. <i>Diagnóstico de la Caries</i>	7
1.2. <i>Stepwise Excavation</i>	7
1.2.1. <i>Concepto</i>	8
1.2.2. <i>Fundamentos</i>	9
1.2.3. <i>La Técnica</i>	9
<b>2 Objetivos</b>	<b>11</b>
<b>3 Material y Métodos</b>	<b>12</b>
<b>4 Resultados</b>	<b>14</b>
<b>5 Discusión</b>	<b>19</b>
<b>6 Conclusiones</b>	<b>23</b>
<b>7 Bibliografía</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1 - Triada de keyes	3
Figura 2 - Curva de Stephan.	4
Figura 3 - Dentina infectada y afectada	6
Figura 4 - Casos incluidos y excluidos para realizar	8
Figura 5 – Diagrama representativo de la eliminación de la caries por etapa.	10
Figura 6 - Proceso de selección de los artículos estudiados	13

## RESUMEN

---

La necesidad actual de realizar una odontología cada vez más conservadora ha propiciado el estudio y desarrollo de diferentes técnicas en el tratamiento de la caries. El objetivo de este trabajo es la valoración del éxito de la técnica Stepwise Excavation, o eliminación de la caries por etapa.

Tras realizar una búsqueda en la base de datos PubMed, para la cual el criterio de inclusión fueron los estudios clínicos/epidemiológicos prospectivos sobre la técnica, se obtuvieron cuatro artículos, mediante los cuales podemos concluir que Stepwise Excavation es útil para la eliminación de la caries profunda, manteniendo la vitalidad pulpar y evitando el tratamiento de conductos, pero no aún con el porcentaje de éxito adecuado.

Por otro lado, concluimos que Stepwise Excavation permite la apexogénesis en dientes con formación incompleta de la raíz.

También que es una técnica más efectiva que la excavación completa y directa de la caries y que el RPI, pero en cambio, está teniendo más éxito la PCR.

Para finalizar, podemos observar que es necesario continuar las investigaciones y realizar más estudios acerca de esta técnica conservadora y actualmente en desarrollo.

## ABSTRACT

---

The current need for more conservative dentistry has promoted the study and development of different techniques in the treatment of caries. The aim of this work is to value the success of the *Stepwise Excavation* technique.

We searched in the PubMed database, using “Clinical epidemiological prospective studies of Stepwise Excavation” as the inclusion criteria. After analyzing four articles, we can conclude that Stepwise Excavation is useful for the elimination of deep caries, keeping the pulpar vitality and avoiding ducts treatment. However, we can't get the right percentage of success.

On the other hand, we conclude that Stepwise Excavation allows the apexogénesis in teeth with incomplete formation of the root.

Also this technique is more effective than the complete and direct excavation of caries or RPI. However, PCR is known to be more successful.

Finally, we can see the need of keeping the study of this technique.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1. La Caries

Como define la OMS, “la caries es un proceso patológico localizado, de origen externo, que se inicia después de la erupción, determina un reblandecimiento del tejido duro del diente y evoluciona hacia la formación de una cavidad” (1). Se trata de una enfermedad infecciosa que provoca la destrucción progresiva de los tejidos del diente, esmalte, cemento y dentina. La lesión clínica aparece cuando hay una disolución importante del esmalte por cambios en el pH del biofilm que recubre a dicho esmalte (2).

### 1.1.1. Etiología de la Caries

Lo que complica el tratamiento y el control de la caries es que se trata de un proceso multifactorial, es decir, está provocado por la interrelación de diversos factores. Los microorganismos (el *Streptococo mutans* es el agente etiológico primario de la caries dental)(3), la dieta y el huésped (en el que se incluye el diente, la saliva y la predisposición genética del individuo) son los factores que Keyes (Fig. 1) definió en 1960. Posteriormente, en 1978, Newbrun añade el tiempo, ya que para que se de la desmineralización del esmalte, el sustrato tiene que permanecer suficientemente tiempo produciendo un medio ácido de forma prolongada. Pero conforme evoluciona el concepto de la caries y se amplían los conocimientos, se añaden factores etiológicos secundarios, que participan, aunque no con la misma intensidad que los primarios, en la aparición y desarrollo de la caries, como por ejemplo, el nivel socioeconómico, la educación y la política sanitaria de la comunidad y del individuo (4).

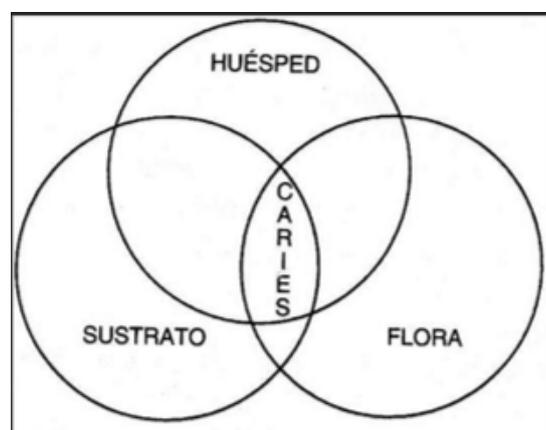


Figura 1 - Triada de Keyes (5)

### 1.1.2. Fisiopatología de la Caries

Los metabolitos ácidos orgánicos son producidos por los microorganismos del biofilm ante los carbohidratos fermentables de la dieta. Los cristales de hidroxiapatita son disueltos ya que los hidrogeniones de estos ácidos penetran en los tejidos duros del diente: esmalte, dentina y cemento, provocando la pérdida de calcio y fósforo y produciendo una desmineralización que si se deja progresar y no se trata conduciría a la formación de una cavidad en el esmalte. Esta cavidad desencadena el desarrollo de colonias bacterianas, ya que su superficie rugosa complica la remoción del biofilm. Para compensar este proceso, se activa la remineralización, en la cual se reincorporan a los tejidos duros los iones calcio y fosfatos producidos en la saliva (6) (Fig. 2).

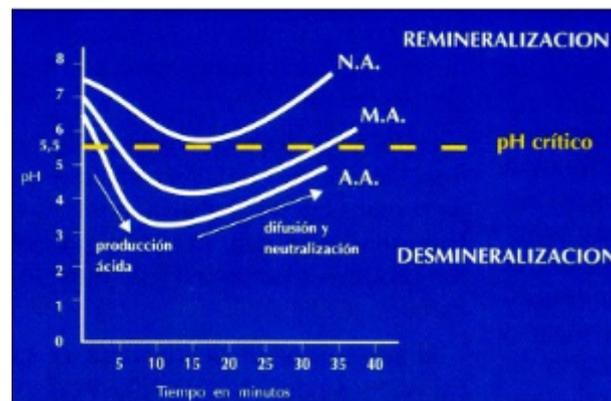


Figura 2 - Curva de Stephan. Proceso desmineralización y remineralización (7).

### 1.1.3. Patogenia de la Caries

Caries de esmalte. El esmalte es permeable y permite el paso de ciertas sustancias, entre las que destacan los iones hidrógeno y el ácido. Esto es así porque la formación de ácidos orgánicos a partir del metabolismo de los carbohidratos de la dieta disminuye el pH. Los iones hidrógeno y los ácidos disociados atacan los cristales de hidroxiapatita disociándolos en sus componentes iónicos, calcio y fósforo principalmente. El calcio y el fósforo difunden hacia fuera produciendo una pérdida mineral (desmineralización), que continuará en tanto que exista suficiente ácido. Inicialmente se afectan los pequeños cristales de la sustancia interprismática, seguido de los cristales que son de mayor tamaño. Una vez que se agota el azúcar fermentable en la placa, comienza la remineralización, gracias a la acción neutralizadora de la saliva. Se produce el desarrollo de hidroxiapatita y la formación de nuevos cristales. Cuando los factores que provocan la desmineralización son superiores a los que provocan la remineralización, hay un balance negativo de calcio y fósforo, lo que provoca que el esmalte sea más poroso. Esta porosidad nos lleva a un esmalte cada vez menos translúcido y con una opacidad blanquecina. Estamos hablando de la lesión inicial de mancha blanca (8) (9).

Caries en límite amelodentinario. Aquí ocurre una diseminación de la caries lateralmente, pudiendo ser la superficie de dentina afectada mayor que la de esmalte.

Caries en el complejo dentino-pulpar. Comienza con la obliteración de la luz tubular por la dentina tubular producida por las prolongaciones odontoblásticas. A continuación, los ácidos de la placa disuelven la dentina peritubular y permeabilizan los tubulillos dentinarios. Esto se sigue de la invasión de los túbulos por parte de los gérmenes. En esta fase los túbulos aparecen anormal y discontinuamente ensanchados. Posteriormente, se desmineraliza y altera la matriz orgánica de la dentina intertubular. Esto lleva a que las lesiones peritubulares e intratubulares se unan y formen microcavidades redondeadas en la dentina. Estas microcavidades finalmente confluyen y forman un reblandecimiento dentinario.

Este proceso no siempre ocurre de la misma forma porque el complejo dentino-pulpar puede desarrollar mecanismos de defensa. El mecanismo de defensa dependerá de la severidad del ataque (si la caries avanza lentamente, la respuesta defensiva será mejor), de la estructura y permeabilidad dentinaria (la dentina con menor diámetro, menos túbulos y zonas de esclerosis complica el avance de la caries, progresando más fácilmente en jóvenes) y del estado pulpar previo (si la pulpa es joven y no ha estado afectada previamente la respuesta será mejor) (1).

Caries en el cemento. Tiene que existir una recesión gingival fisiológica, patológica o iatrogénica, o bien que la caries se inicie en primer lugar en la zona cervical y se difunda al cemento. Si el ataque que se produce es débil se formarán lesiones parduscas que pueden unirse. Si el ataque es moderado, se darán lesiones en halo comprometiendo una línea estrecha. En cambio, si el ataque es más agresivo, observaremos una afectación uniforme.

#### **1.1.4. Anatomía Patológica: dentina infectada, afectada y reacción dentinopulpar**

Debido al interés que presenta la técnica objeto de este trabajo, Stepwise Excavation, nos vamos a centrar únicamente en la anatomía patológica del complejo dentino-pulpar para comprender las diferencias entre la dentina infectada y la dentina afectada y las propiedades defensivas y reparativas del complejo dentino-pulpar.

En las caries activas del complejo dentino-pulpar existe una zona de dentina infectada, en el exterior, y hacia el interior nos encontramos con una zona de dentina afectada.

La dentina infectada (Fig. 3) tiene múltiples microorganismos, y cuenta con una zona necrótica y una zona de desmineralización superficial. La zona necrótica o de destrucción la vamos a identificar clínicamente porque se trata de una masa amarilla con textura caseosa y blanda. En esta capa los microbios han invadido la dentina desmineralizada, destruyendo la estructura orgánica y la estructura

tubular desaparece. Hay restos necróticos que se tratan de material granuloso sin estructurar. Por otro lado, la zona de desmineralización superficial, que está en la zona más profunda de la dentina infectada, presenta grandes grupos de bacterias normalmente, o bien, pequeños grupos. La desmineralización causa la deformación de la estructura tubular de la dentina, y la matriz orgánica está intacta normalmente (10). A veces, el lumen de los túbulos queda ensanchado y lleno de bacterias que forman microcavidades; esto es conocido como focos de licuefacción. También se observan los tractos muertos en zonas donde lo que había eran túbulos esclerosados. Estos tractos son zonas opacas.

La dentina afectada (Fig. 3) cuenta con la zona de desmineralización profunda y la zona hipermineralizada, o de dentina esclerótica o translúcida.

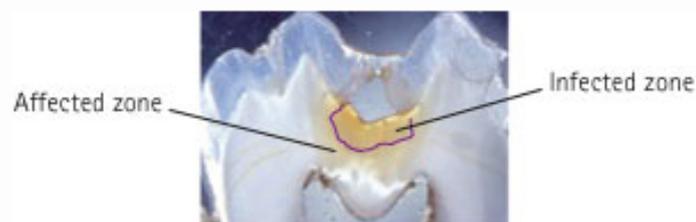


Figura 3 - Dentina infectada y afectada (11)

La zona de desmineralización profunda se caracteriza clínicamente por su aspecto duro y seco, y no debe ser eliminada cuando tratamos una caries ya que no está infectada por bacterias. La estructura tubular no está afectada y solo la ausencia de componentes minerales la distingue de la dentina sana.

La zona hipermineralizada, de dentina esclerótica o translúcida se trata de una capa en la cual el lumen de los túbulos se taponan o se estrechan por la presencia de cristales de hidroxapatita en forma de placa. Junto al frente de avance de las bacterias, los túbulos contienen cristales de mayor tamaño, los cristales de caries, que no son más que cristales de whitloquita (12).

La pulpa, ante la afectación del complejo dentino-pulpar, puede generar dentina reparativa o bien una respuesta inflamatoria.

La dentina reparativa se forma en la zona en la que la dentina se afecta. Los túbulos de la dentina reparativa son más irregulares y su mineralización es inferior.

La respuesta inflamatoria pulpar se da en la zona subyacente al área de dentina afectada. Cuando se da un ataque más virulento, se elabora una respuesta inflamatoria aguda, en la que destaca el componente vascular. Hay una dilatación de vasos, exudación de líquido y aceleración de la circulación sanguínea. Si el tratamiento es el correcto se produce la reparación, pero si no es el adecuado o no se trata, podría llegarse a una inflamación crónica o supuración y necrosis del tejido (1). La respuesta inflamatoria pulpar de tipo crónica cuenta con agregaciones de linfocitos, células

plasmáticas, monocitos y macrófagos. Si la respuesta inflamatoria continua, aumentan los fibroblastos, el colágeno y por tanto aparece una fibrosis. Esta respuesta inflamatoria crónica se produce en las caries dentino-pulpares detenidas, las cuales carecen de zona necrosada y de zona desmineralizada superficial. Las identificaremos por su superficie pulida y dura y su pigmentación marrón oscura (13). Una higiene favorable puede producir el cambio de una caries activa a caries detenida (14).

### **1.1.5. Diagnóstico de la Caries**

Tradicionalmente, la caries dental se ha diagnosticado mediante la inspección, detectando el cambio de textura y de coloración, para lo cual es necesario que el diente esté completamente seco, y nos ayudaremos de la sensación táctil, usando una sonda de exploración, pero con extrema precaución para no dañar el esmalte desmineralizado, o bien por radiografías.

En la inspección, la caries activa la identificaremos por su aspecto amarillo, blando, desmineralizado y húmedo, mientras que la caries detenida, presenta un color marrón oscuro, duro y aparentemente seco (13).

Sin embargo, la radiografía no siempre es útil para detectar, por ejemplo, la caries temprana de esmalte. Actualmente; se han ido desarrollando nuevas tecnologías para ayudar al diagnóstico, sobre todo, de lesiones tempranas. Un ejemplo de ellas es, por ejemplo, DIAGNOdent, que utiliza la tecnología de fluorescencia láser para medir los productos bacterianos en las caries (15), o también Transillumination (DIFOTI), que utiliza luz de fibra óptica para producir una imagen y que puede ser útil para detectar las zonas iniciales de desmineralización, grietas o fracturas (16).

## **1.2. Stepwise Excavation**

Stepwise excavation es un concepto antiguo, pero que poco a poco, en estos últimos años, se ha ido convirtiendo en objeto de investigación (17). En este trabajo vamos a valorar si realmente se trata de una técnica efectiva y exitosa.

### 1.2.1. Concepto

Stepwise excavation es una técnica conservadora, mínimamente invasiva, empleada para tratar aquellas caries dentales profundas, en las cuales es muy probable que ocurra una exposición de la pulpa, con objeto de mantener la vitalidad pulpar y permitir una respuesta reparativa pulpar (18) (19).

Llegados a este punto, es de vital importancia para realizar un correcto diagnóstico y plan de tratamiento, aclarar cuándo una caries la consideraremos profunda. Como caries profunda entendemos aquellas caries que ocupan tres cuartas partes o más del espesor dentinario cuando se evalúa sobre una radiografía. (20) (21). Son aquellas caries cuya completa eliminación conllevarían la exposición pulpar.

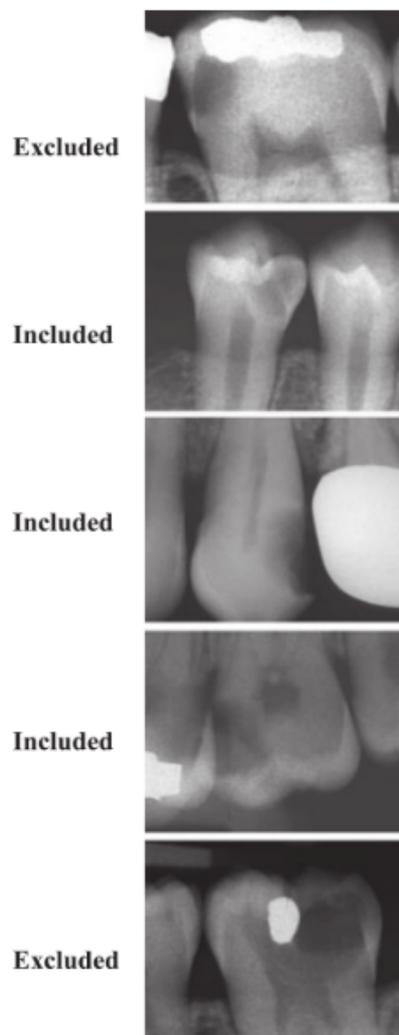


Figura 4 - Casos incluidos y excluidos para realizar Stepwise Excavation. El primer caso queda excluido porque la lesión no ocupa el 75% o más del espesor de la dentina, es más pequeña. Los tres siguientes casos si se tratan con Stepwise excavation. El último caso queda excluido porque la lesión es muy profunda (22).

La caries, en un primer momento es eliminada parcialmente. En esta primera fase operatoria se

eliminará la dentina infectada, conservando una capa más profunda de dentina afectada. Se obturará con material provisional para sellar la cavidad, permitiendo que el complejo pulpo-dentinario forme dentina terciaria. En la segunda etapa, se reintervendrá para terminar de eliminar finalmente toda la dentina cariada y realizar la obturación definitiva quedando así nuestro diente completamente restaurado (17) (22).

### **1.2.2. Fundamentos**

En esta técnica es fundamental para éxito del tratamiento la selección adecuada del caso y el correcto sellado de la cavidad (17). Los criterios clínicos en los que nos basamos para la selección del caso son los siguientes:

- Que la lesión cariosa envuelva a más del 75% de la superficie dentaria y de la dentina (21)
- Existencia de zona radiodensa visible y bien definida entre la caries y la pulpa
- Existencia de vitalidad pulpar positiva
- Ausencia de patología periapical y episodios anteriores de dolor pulpar provocado o espontáneo, aunque podría plantearse con dolor leve o moderado (24).

Si por el contrario nos encontramos con casos con fuerte dolor, que despiertan al paciente por la noche, con sensibilidad al frío, calor y percusión, no está indicado la elección de esta técnica.

### **1.2.3. La Técnica**

En primer lugar, es muy importante la selección del caso. Tras diagnosticar la caries y estar indicada la técnica, siendo así una caries profunda que implica a más del 75% de la dentina, que presenta vitalidad pulpar positiva, ausencia de signos y síntomas de pulpitis irreversible y de patología periapical, y que presenta una zona radiodensa visible y bien definida entre la caries y la pulpa, procederemos a la primera fase de eliminación de la dentina infectada, es decir, del tejido central superficial, necrótico y desmineralizado, con eliminación completa de la dentina periférica desmineralizada. La dentina afectada la conservaremos, es decir, la dentina blanda, húmeda y descolorida. Para evitar riesgo de exposición pulpar utilizaremos una cucharilla manual.

Como base cavitaria colocaremos hidróxido de calcio, y realizaremos la obturación con ionómero de vidrio, ya que van a transcurrir unos meses.

Pasadas de 8 a 12 semanas, continuaremos con la segunda fase, la eliminación final de la caries. Abrimos la cavidad quitando el material de obturación temporal y dejamos la cavidad completamente

limpia de tejido cariado, existiendo una dentina dura y amarilla-grisácea en la zona central de la lesión (25). Como base cavitaria colocamos de nuevo hidróxido de calcio, luego cubrimos con ionómero de vidrio y por último obturamos definitivamente con resina compuesta.

El hidróxido de calcio es el material más común utilizado como base cavitaria, ya que gracias a su pH alto tiene actividad antibacteriana, reduciendo la cantidad de bacterias aerobias y anaerobias, y tiene también capacidad de estimulación de dentina esclerótica y reparativa (26).

En la siguiente imagen observamos un diagrama que ilustra el procedimiento de la eliminación de caries por etapa (fig. 5) (27):

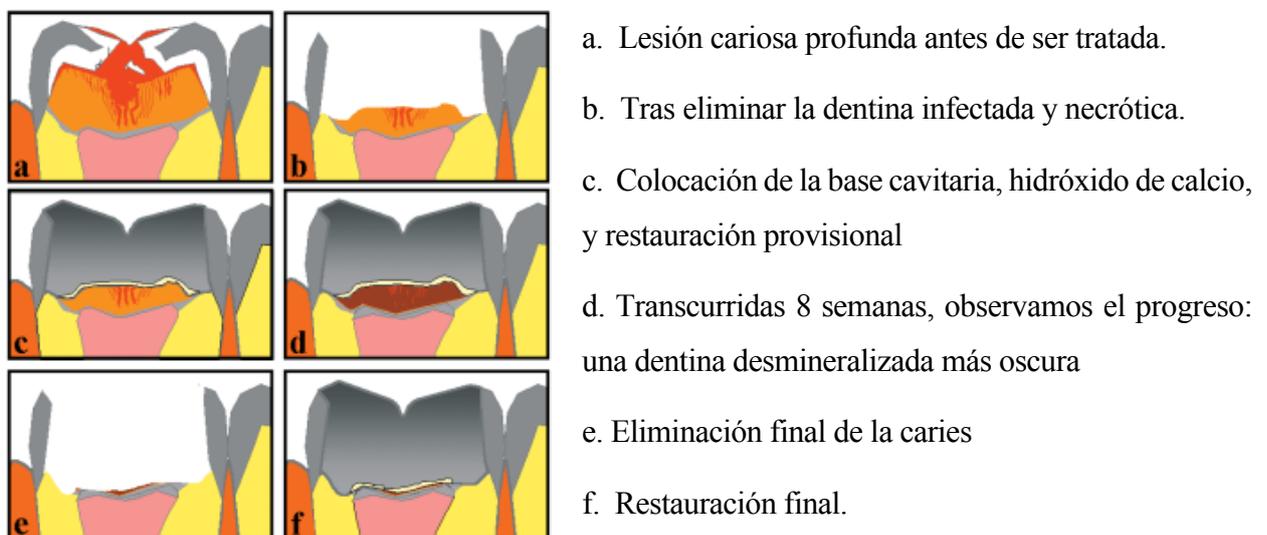


Figura 5 – Diagrama representativo de la eliminación de la caries por etapa.

## **2 OBJETIVOS**

---

El objetivo de este trabajo es analizar si la eliminación de la caries por etapas o Stepwise Excavation, una técnica mínimamente invasiva, realmente es efectiva y exitosa, conservando la vitalidad pulpar ante una lesión de caries profunda y provocando la reacción de la pulpa, la cual genera dentina terciaria.

### 3 MATERIAL Y MÉTODOS

---

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en la base de datos de PubMed utilizando la siguiente combinación de palabras clave: (stepwise excavation AND caries AND success). La búsqueda en PubMed se realizó de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 1. Detalle de la búsqueda realizada en la base de datos PubMed.**

---

(stepwise[All Fields] AND excavation[All Fields]) AND ("dental caries"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "caries"[All Fields]) OR "dental caries"[All Fields] OR "caries"[All Fields]) AND success[All Fields]

---

La búsqueda proporcionó 12 artículos.

Los criterios de inclusión empleados para la obtención de los artículos fueron los siguientes:

1. Estudios clínicos / epidemiológicos prospectivos sobre stepwise excavation en los que se proporcionaran datos sobre los resultados del tratamiento.

El criterio para la exclusión fue:

1. Artículos de revisión.
2. Casos clínicos.

Se realiza un proceso de selección (fig. 6), y tras la revisión del texto completo, de acuerdo a los criterios de inclusión, se seleccionaron 4 artículos.

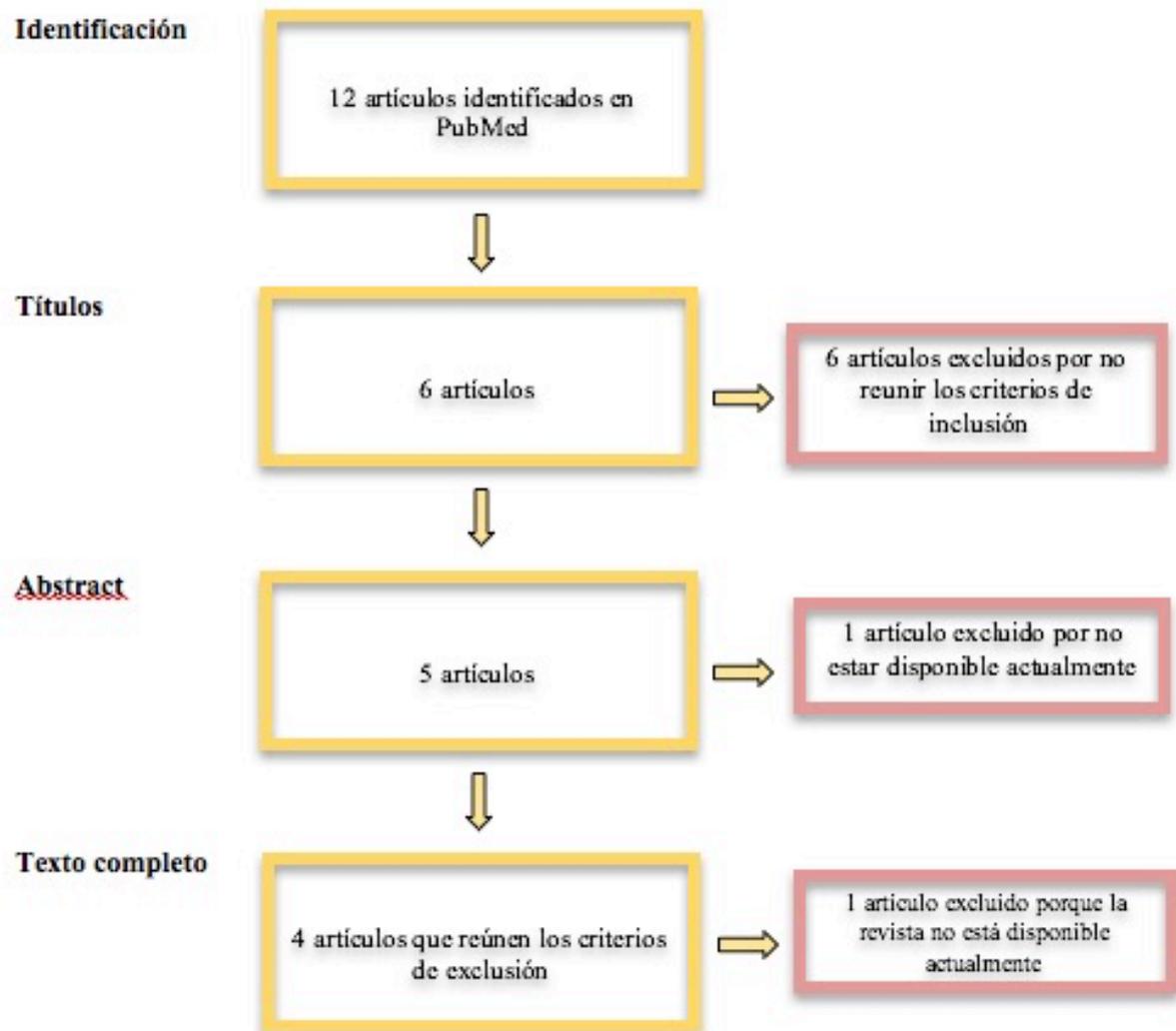


Figura 6 - Proceso de selección de los artículos estudiados

## 4 RESULTADOS

---

El artículo “Stepwise excavation allows apexogenesis in permanent molars with deep caries lesions and incomplete root formation” (tabla 2) nos habla de un estudio prospectivo realizado en el año 2015 en el que analizan 138 molares permanentes de 138 pacientes de ambos sexos, de 6 a 9 años de edad. El criterio de inclusión para este estudio fue seleccionar dientes presentaban caries profunda en la superficie oclusal, sin dolor espontáneo, ni periodontitis apical y había una respuesta negativa a la percusión y a la palpación. Todos presentaban una formación incompleta de la raíz. La inspección clínica se complementó con el estudio radiográfico mediante radiografías periapicales digitales. El objetivo de este estudio era evaluar el éxito de Stepwise excavation en molares con formación incompleta de la raíz.

Los seguimientos clínicos se hicieron a las dos semanas y a los 2, 4, 6, 8, 10, 12, 18 y 24 meses, y la examinación radiográfica se realizó a los 2, 6, 12, 18 y 24 meses.

Los criterios de seguimiento que se evaluaron fue la presencia o ausencia de sintomatología a la percusión, sensibilidad pulpar, vitalidad ante pruebas térmicas, integridad de la restauración y presencia o ausencia de signos radiográficos, como reabsorciones, lesiones periapicales o cierre del ápice de la raíz.

A los ocho meses es cuando la cavidad se vuelve a abrir y realizamos la segunda parte de la técnica.

El éxito a los 24 meses de seguimiento fue de un 96,7% con ausencia de dolor, integridad de los márgenes de la restauración, sin reabsorción de la dentina interna y ausencia de patología apical. Todo este proceso fue llevado a cabo por el mismo dentista (28).

El artículo “Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up” (tabla 2) analiza un ensayo clínico aleatorizado del 2012 en el que participan 233 pacientes, de seis a 53 años. Se realizan 299 tratamientos, 147 son Stepwise excavation y 152 son PCR (partial caries removal). El criterio de inclusión para este estudio fue la selección de molares permanentes, con caries profundas de dentina, respuesta positiva al frío, a la percusión, y sin lesión periapical ni dolor.

La eliminación del tejido cariado remanente, es decir, la segunda fase de la técnica, se realiza a los 90 días.

El criterio de éxito fue la existencia de vitalidad pulpar, con respuesta positiva al test de frío, ausencia de dolor espontáneo, ausencia de sintomatología a la percusión y ausencia de lesión periapical.

Se realizaron controles clínicos una vez al año hasta los tres años. El éxito a los tres años fue del 69% frente al de PCR, que fue del 91%. (29)

En el artículo “Partial removal of carious dentine: a multicenter randomized controlled trial and 18-month follow-up results” observamos que el estudio analizado es el mismo que el anterior, diferenciándose en que, en este, el seguimiento es de 18 meses. En este caso el porcentaje de éxito es mucho mayor (86%). (tabla 2) (30)

Por último, en el artículo “Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy” (tabla 2) se comparan diferentes tratamientos para la caries profunda. 156 pacientes se tratan con la técnica Stepwise excavation, siguiendo los siguientes criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años, con una lesión de caries que ocupa el 75% o más del espesor de la dentina, y la existencia de una zona radiodensa bien definida entre la lesión y la pulpa, y excluyendo a los pacientes con dolor insoportable o espontáneo, sin respuesta a las pruebas térmicas y eléctricas, pérdida de inserción de más de cinco mm, radiolucidez apical, embarazadas, pacientes con enfermedad sistémica o pacientes con falta del consentimiento informado.

En este caso, la cavidad se vuelve a abrir para realizar la segunda fase pasadas unas ocho o 12 semanas.

El éxito es del 67,9%, observándose 106 casos que mantienen la vitalidad pulpar sin existencia de imagen periapical (22).

En la tabla 3 podemos observar el porcentaje de éxito y de fracaso de todos los estudios analizados en este trabajo (tabla 3).

TÍTULO	AUTORES	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	PARTICIPANTES	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y RX DEL DIENTE	ABANDONO	ÉXITO/FRACASO
<b>Stepwise excavation allows apexogenesis in permanent molars with deep caries lesions and incomplete root formation</b>	Patricia Hernández-Gatón César Ruiz Serrano Paulo Nelson Filho Esther Ruiz De Castañeda Marilia P. Lucisano Raquel A.B. da Silva Lèa A.B. da Silva	2015	Estudio prospectivo	138 pacientes de ambos sexos de 6 a 9 años.	138 dientes, molares superiores e inferiores con caries profunda en superficie oclusal, afectando o no a la proximal. Incompleta formación de la raíz. No periodontitis apical. Sensibilidad pulpar. No dolor espontáneo ni prolongado. Respuesta negativa a la percusión y palpación.	Un 13% (18 pacientes).	A los 24 meses: 96,7% éxito (116 casos). 3,3% fracaso (4 casos): pérdida de ionómero de vidrio a los 2-6 meses causando pulpitis y recurriendo a la endodoncia.
<b>Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up</b>	M.Maltz R. García J. J. Jardim L.M. de Paula P.M. Yamaguti M.S. Moura F. García C. Nascimento A. Oliveira H.D. Mestrinho	2012	Ensayo clínico aleatorizado.	233 pacientes, de edades de 6 a 53 años (media de 17,17 años) (tratados con SW y PDR).	147 molares permanentes, con caries profunda, respuesta positiva al frío, no dolor espontáneo, sensibilidad a la percusión y no lesión periapical.	46	A los 3 años: 69% éxito. 31% fracaso; por pulpitis, necrosis, exposición pulpar, osteítis, extracción y fractura.

Tabla 1- Artículos seleccionados para el estudio del éxito de Stepwise excavation.

TÍTULO	AUTORES	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	PARTICIPANTES	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y RX DEL DIENTE	ABANDONO	ÉXITO/FRACASO
Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy	Bjorndal L y cols.	2010	Ensayo clínico aleatorizado.	156 pacientes mayores de 18 años.	156 dientes con lesión primaria de caries que envuelve el 75% o más de la dentina y con zona radiodensa bien definida entre la caries y la pulpa.	13	Al año de seguimiento: Éxito: 67,9% (106 casos) Fracaso: 23,7% (37 casos); de los cuales, 25 casos con pulpa expuesta, 2 con vitalidad pulpar pero radiolucidez apical, 2 con pulpa no vital y 8 con dolor insoportable.
Partial removal of carious dentine: a multicenter randomized controlled trial and 18-month follow-up results	M.Maltz J. J. Jardim H.D. Mestrinho P.M. Yamaguti K. Podestá M.S. Moura L.M. de Paula	2012	Ensayo clínico aleatorizado.	233 pacientes, edades de 6 a 53 años (tratados con SW y PDR).	146 molares permanentes, con caries profunda, respuesta positiva al frío, no dolor espontáneo, sensibilidad a la percusión y no lesión periapical.	45	A los 18 meses: Éxito de 85,14% (86 casos) Fracaso del 13,86% (14 casos, de los cuales, 8 pulpitis, 1 osteitis, 4 necrosis, 1 endodancia).

Tabla 2 - Artículos seleccionados para el estudio del éxito de Stepwise Excavation

<b>CASOS</b>	<b>ABANDONO</b>	<b>ÉXITO</b>	<b>FRACASO</b>	
138	18	116	4	
147	46	69	32	
156	13	106	37	
146	45	87	14	
<b>587</b>	<b>122</b>	<b>378</b>	<b>87</b>	<b>TOTAL</b>
<b>100%</b>	<b>20,78%</b>	<b>64,39%</b>	<b>14,82%</b>	<b>% TOTAL</b>

Tabla 3- Análisis de todos los casos estudiados para valorar el éxito de Stepwise Excavation

## 5 DISCUSIÓN

---

Observamos que el porcentaje de éxito, un 64,39% es bastante alto, pero no lo necesario como para decir que la técnica es lo suficientemente efectiva (tabla 3). Aún contamos con muchos abandonos y fracasos.

Los abandonos ocurren tras la primera visita. Estos probablemente ocurran porque tras la fase inicial, una vez que hemos eliminado el tejido necrótico, los síntomas desaparecen y el paciente vuelve a sentirse bien (28). Si Stepwise Excavation es el tratamiento de elección, debemos explicarle al paciente con total claridad que tras la primera visita aún no está curado de su lesión cariosa y que tiene que asistir a su próxima cita.

Por otro lado, aún luchamos contra un considerable porcentaje de fracasos de la técnica. Los fracasos comúnmente los identificaremos por una exposición pulpar, osteítis o pulpitis, siendo así necesario el tratamiento de conductos (30). Si la exposición pulpar ocurriera durante la eliminación de la dentina afectada en la primera fase del tratamiento, el resultado es dudoso debido a la infección de la pulpa, y las probabilidades de éxito se verían reducidas (23). Estos fracasos pueden estar iniciados por la pérdida del material de restauración provisional. También, la edad del paciente puede influenciar en el tratamiento. En los estudios realizados a pacientes más mayores la vitalidad pulpar se conserva en una menor proporción que los estudios realizados a pacientes con menos edad.

Esto nos lleva a pensar que Stepwise Excavation permite el cierre apical y el desarrollo radicular en dientes permanentes inmaduros. Como podemos ver en la tabla 2, el estudio realizado por Patricia Hernández-Gatón y cols., analiza 138 pacientes con incompleta formación de la raíz, obteniéndose un éxito del 96,7%. Es muy posible que este alto porcentaje de éxito se deba a que las células pulpares de estos dientes están más activas (28), lo cual proporciona un mayor potencial de recuperación tras una lesión.

Respecto al sexo del paciente y las características clínicas y radiológicas de los dientes no podemos resaltar nada puesto que en todos los estudios se incluían hombres y mujeres, y todos los dientes presentaban el mismo estado previo. Todos presentaban una lesión cariosa pulpar profunda, con imagen radiolúcida cercana a la pulpa y sensibilidad pulpar, ninguna alteración periapical ni dolor espontáneo, respuesta positiva al frío y negativa a la percusión y palpación (o sensibilidad a la percusión).

Podemos preguntarnos qué diferencia existe con respecto al recubrimiento pulpar indirecto dada su similitud, pero Stepwise Excavation es una técnica aún más conservadora debido a que la realizamos en dos fases. Este hecho permite observar en la segunda apertura la formación de dentina terciaria, lo cual disminuye el riesgo de exposición pulpar, ya que esta es de consistencia dura (21).

Por otro lado, hay estudios que la comparan con la extirpación completa y directa de la caries, obteniéndose mayor éxito en los casos tratados con Stepwise Excavation (22). Esto puede deberse a que la eliminación del tejido necrótico en la primera fase inactiva el avance y progreso de la caries (32) e induce la formación de la dentina terciaria (33), que como en el caso anterior, facilita la eliminación del resto de tejido cariado sin que exista exposición pulpar.

Por lo tanto, como venimos viendo, una de las claves principales de Stepwise Excavation es la formación de dentina terciaria.

Sin embargo, también hay estudios que lo comparan con la PCR (Partial Caries Removal), existiendo mayor éxito en los casos tratados con PCR que con Stepwise Excavation (29) (30). PCR es una técnica muy similar a la que estamos estudiando, diferenciándose de esta en que no volvemos a reabrir la cavidad. Eliminamos la dentina necrótica e infectada, limpiamos con agua destilada y secamos, sellamos la cavidad con ionómero de vidrio y obturamos o con amalgama de plata o bien con composite. En el estudio realizado por M. Maltz y cols. a los 18 meses hay un éxito del 73% en PCR frente a 69% de Stepwise Excavation, y a los 3 años, un éxito del 91% y del 69% para PCR y Stepwise respectivamente (29) (30).

La formación de la dentina terciaria puede estar estimulada por la base cavitaria que estamos empleando, hidróxido de calcio (34).

Respecto a los costes económicos, debemos decir que la PCR es más efectiva y menos costosa que la extirpación completa y directa de la pulpa y que Stepwise Excavation (35).

Por lo tanto, podemos dar por finalizado este apartado resumiendo una serie ventajas y de inconvenientes que presenta la técnica.

Entre las ventajas, destacaremos que se trata de una técnica que preserva la vitalidad del diente con caries profunda, protegiendo la pulpa, controlando el avance de la caries e induciendo mecanismos fisiológicos de defensa en el complejo pulpodentinario, evitando así tener que llegar al tratamiento de conductos.

También decir que la eliminación parcial de la caries profunda minimiza el riesgo de exposición pulpar respecto a una eliminación completa de la caries y respecto a un recubrimiento pulpar indirecto (23).

Tras el tratamiento de conductos, es común que se produzca la extrusión dentaria por periodontitis apical operatoria, pudiendo dar lugar a una fractura dental. Por lo tanto, indirectamente, la conservación de la vitalidad pulpar minimiza el riesgo de fracturas dentales (23).

Se trata de un tratamiento más económico que el tratamiento de conductos, el cual, en algunos países, como por ejemplo Irán, es mucho más elevado y los pacientes no pueden hacer frente económicamente,

siendo la única alternativa la extracción (17).

Por el contrario, como clara desventaja encontramos el largo periodo de tiempo que debe transcurrir entre la primera sesión y la segunda, en la que restauramos definitivamente el diente. En este periodo de tiempo puede darse un crecimiento bacteriano al dejar una dentina blanda y desmineralizada y es posible que se reactive la caries (23). Sin embargo, Bjorndal demostró que, a pesar de que el crecimiento bacteriano era alto tras la primera etapa del tratamiento, después de eliminar la dentina afectada en la segunda fase, el crecimiento bacteriano se reducía considerablemente (34).

También puede dar lugar a error las habilidades del operador tanto a la hora de diagnosticar la lesión y decidir que se trata de una caries profunda (20) (Figura 3), como a la hora de eliminar la dentina infectada y no la afectada en la primera fase del tratamiento.

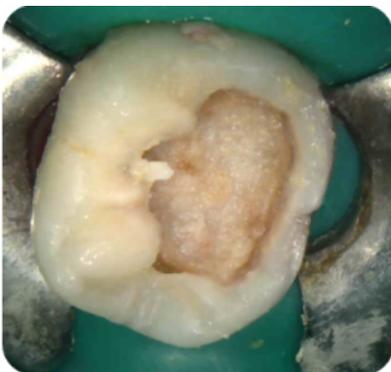
A continuación se muestra el caso clínico, aún en seguimiento, de la Doctora Crespo.

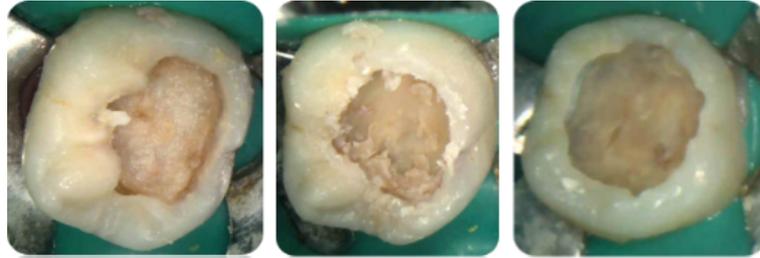


La paciente es una mujer de 16 años de edad, sin ningún antecedente de interés, que es derivada al Máster para la endodoncia de la pieza 3.7

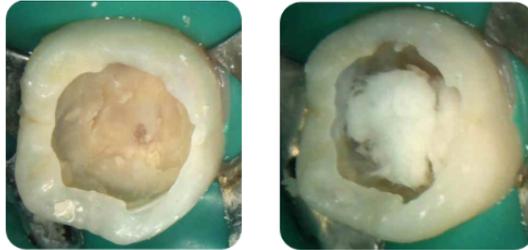
Tras la exploración, observamos que la pieza presenta vitalidad, sin dolor a la percusión y está asintomática, por lo tanto, el tratamiento de elección es la eliminación de la caries en etapa o Stepwise Excavation.

En una primera fase se elimina la dentina infectada.

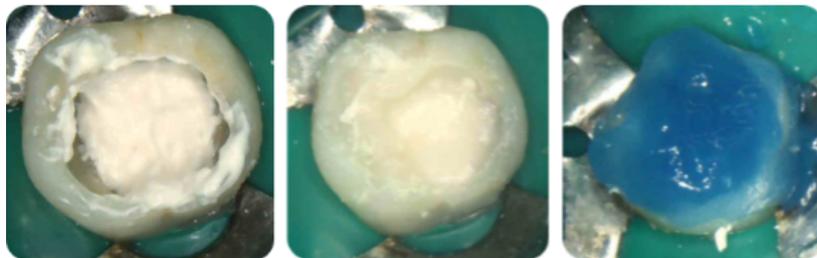




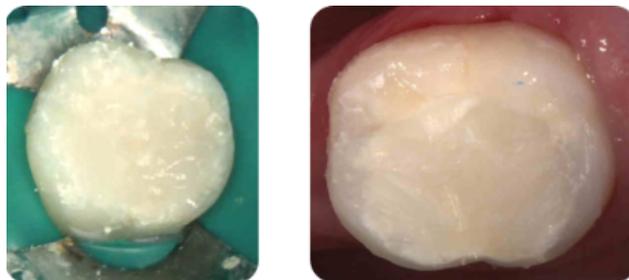
Posteriormente se procede a desinfectar la cavidad.



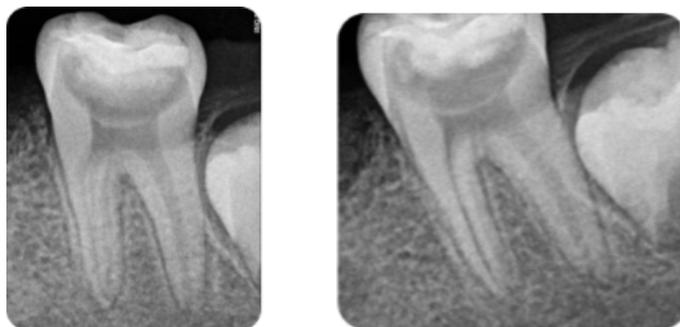
Se protege con hidróxido de calcio y colocamos ionómero de vidrio.



Se realiza la obturación provisional con composite.



Esta fase se da por finalizada y actualmente disponemos del seguimiento transcurridos 30 días.



## 6 CONCLUSIONES

---

Tras revisar la literatura sobre la técnica Stepwise excavation, y basándonos en lo redactado y argumentado en el presente proyecto podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Stepwise excavation permite la apexogénesis en los dientes con formación incompleta de la raíz.
2. Gran parte del éxito de la técnica es debido a la formación de la dentina terciaria.
3. Los tratamientos realizados mediante Stepwise excavation presentan una menor proporción de exposición pulpar respecto al recubrimiento pulpar indirecto y la excavación de la caries completa y directa. Sin embargo, la técnica de eliminación parcial de la caries, PCR, presenta un mayor porcentaje de éxito.
4. Es necesario continuar las investigaciones y realizar más estudios acerca de esta técnica conservadora y actualmente en desarrollo.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

---

1. García Barbero J. Patología y Terapéutica Dental. Madrid: Síntesis; 2005. 138–139, 175-176, 178-179.
2. Fejerskov O, Kidd EAM, Nyvad B, Baelum V. Defining the disease: an introducción. En Fejerskov O, Kidd E, eds. Dental caries. The disease and its clinical management. Oxford: Blackwell Munksgaard Ltd; 2008. 3-7.
3. Lee Y. Diagnosis and Prevention Strategies for Dental Caries. *J. Lifestyle Med.* 2013; 3: 107-9
4. Roberson TM. Cariología: lesión, etiología, prevención y control. En: Roberson TM, Heymann H, Swift EJ Jr, editors. Arte y ciencia de la odontología conservadora. Madrid: Elsevier; 2007. 65-132.
5. Colomé M, Herrera A, Lapaix F, Hilario Y. Impacto de la alimentación y nutrición infantil en la epidemiología de la caries dental: estado del arte. *UOD* 2015; 2: 4
6. Rodríguez A., González OA. Fisiopatología de la caries dental. *Univ Odontol* 2000; 20: 21-27.
7. Merdad k, Sonbul H, Burhary S, Reit C, Birkhed D. Caries Susceptibility of Endodontically versus Non Endodontically Teeth. *J. Endod* 2010; 37: 139-42
8. Dominguez N, González S, Menéndez M. Estudio de las vías de difusión de la lesión de mancha blanca del esmalte. *RCOE* 2002; 7
9. Małgorzata Skucha-Nowak, Mirosław Gibas, Marta Tanasiewicz, Henryk Twardawa, Tomasz Szklarski. Natural and Controlled Demineralization for Study Purposes in Minimally Invasive Dentistry. *Adv Clin Exp Med* 2015; 24: 891–898
10. Fusayama T y Terashima S. Differentiation of two layers of carious dentin by staining. *Bull Tokyo Med Dent Univ* 1972; 19:8392.
11. C. Deery. Caries Detection and Diagnosis, Sealants and Management of the Possibly Carious Fissure. *BDJ* 2013; 214: 551-557
12. Ceballos L. Adhesión a dentina afectada por caries y dentina esclerótica. *Av. Odontoestomatol* 2004; 20: 71-8
13. Fusayama T, Okuse K, Hosoda H. Relationship between hardness, discoloration and microbial invasion in carious dentin. *J Dent Res* 1966; 45: 1033-46
14. Ivar A. Mjör. Dentin Permeability: The Basis for Understanding Pulp Reactions and Adhesive Technology. *Braz Dent J* 2009; 20: 3-16
15. Lussi A, Hibst R, Paulus R. DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *J Dent Res* 2004;83: 80-83.

16. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J. Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res* 1997; 31: 103-10.
17. S. Banava. Stepwise excavation: a conservative community-based dental treatment of deep caries to inhibit pulpal exposure. *Iranian J Publ Health* 2011; 40: 140
18. Leksell E, Ridell K, Cvek M & Mèjare I. Pulp exposure after stepwise versus direct complete excavation of deep carious lesions in young posterior permanent teeth. *Endodontic Dental Traumatology* 1996; 12: 192-196
19. Fagundes TC, Barata THE, Prakki A, Bresciani E & Pereira JC. Indirect pulp treatment in permanent molar: case report of 4-year follow-up. *Journal of Applied Oral Sciences* 2009; 17: 70-74
20. Hayashi M, Fujitani M, Yamaki C, Momoi Y. Ways of enhancing pulp preservation by stepwise excavation-a systematic review. *J Dent* 2011; 39: 95-107
21. Bjorndal L. Indirect Pulp Therapy and Stepwise Excavation. *J Endod* 2008; 34: 29-33
22. Bjorndal L, Reit C, Bruun G, Markvart M, Kjoeldgaard M, Nasman P, Thordrup M, Dige I, Nyvad B, Fransson H, Lager A, Ericson D, Petersson K, Olsson J, Santimano EM, Wennstrom A, Winkel P, Gluud C. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci* 2010; 118: 290-297
23. FF Lima, RC Pascotto, AR Benetti. Stepwise excavation in a permanent molar: 17-year follow-up. *Operative Dentistry* 2010; 35: 482-486
24. Castellanos-Cosano L, Martín-González J, Calvo- Monroy C, López-Frías FJ, Velasco-Ortega E, Llamas-Carreteras JM, Segura-Egea JJ. Endodoncia preventiva: Protección pulpar mediante la técnica de eliminación de la caries en etapas (stepwise excavation). *Av. Odontoestomatol* 2011; 27: 245-252
25. Jordan RE & Suzuki M. Conservative treatment of deep carious lesions. *Journal of the Canadian Dental Association* 1971; 37: 337-342
26. Maltz M, de Oliveira EF, Fontanella V & Bianchi R. A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. *Quintessence International* 2002; 33: 151-159
27. Bjorndal L. Dentin and pulp reactions to caries and operative treatment: biological variables affecting treatment outcome. *Endodontic Topics* 2002; 2: 10-23
28. Hernández Gatón P, Ruiz Serrano C, Nelson Filho P, Ruiz de Castañeda E, P. Lucisano M, AB da Silva R, AB da Silva L. Stepwise Excavation Allows Apexogenesis in Permanent

- Molars with Deep Carious Lesions and Incomplete Root Formation. *Caries Res* 2015; 49: 637-639
29. Maltz M, Garcia R, Jardim J.J, de Paula L.M, Yamaguti P.M, Moura M.S, Garcia F, Nascimento C, Oliveira A, Mestrinho H.D. Randomized Trial of Partial vs. Stepwise Caries Removal: 3-year Follow-up. *J Dent Res* 2012; 91: 1026-1031
  30. Maltz M, Jardim J.J, Mestrinho H.D, Yamaguti P.M, Podestá K, Moura M.S, de Paula L.M. Partial Removal of Carious Dentine: A multicenter Randomized Controlled Trial and 18-Month Follow-Up Results. *Caries Res* 2013; 47: 103-109
  31. Miyashita H, Worthington HV, Qualtrough A & Plasschaert A. Pulp management for caries in adults: Maintaining pulp vitality. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007; 18
  32. Bjorndal L, Larsem T, Thylstrup A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res* 1997; 31: 411-417.
  33. Bjorndal L, Darvann T. A light microscopic study of odontoblastic and non-odontoblastic cells involved in tertiary dentinogenesis in well-defined cavited carious lesions. *Caries Res* 1999; 33: 50-60
  34. Duque C, Hebling J, Smith AJ, Giro EM, Oliveira MF, De souza Costa CA. Reactionary dentinogenesis after applying restorative materials and bioactive dentin matrix molecules as liners in deep cavities prepared in nonhuman primate teeth. *J Oral Rehabil* 2006; 33: 452-461
  35. Schwendicke F, Paris S, Stolpe M. Cost-effectiveness of caries excavations in different risk groups-a micro simulation study. *BMC Oral Health* 2014, 14:153