

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO DE PROSTODONCIA**



**EFFECTO DEL ACLARAMIENTO DENTAL CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO
A DIFERENTES CONCENTRACIONES SOBRE LA SUPERFICIE DEL
ESMALTE: UN ESTUDIO IN VITRO.**

AUTORAS:

Od. Hurd Alana

Od. Palacios Jesse

Od. Pallottini Gina

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA

COLEGIO ODONTOLÓGICO

ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA

POSTGRADO DE PROSTODONCIA

BOGOTÁ D.C 2015

**EFFECTO DEL ACLARAMIENTO DENTAL CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO
A DIFERENTES CONCENTRACIONES SOBRE LA SUPERFICIE DEL
ESMALTE: UN ESTUDIO IN VITRO.**

Asesor científico

DR. JUAN MANUEL GONZÁLEZ
Especialista en Prostodoncia

Asesor metodológico

DRA. PIEDAD MALAVER
Od. Ms en Biología Énfasis Genética Humana. PUJ

Asesor estadístico

DRA. CLARA LÓPEZ DE MESA
Estadística. Ms en Educación

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO DE PROSTODONCIA
BOGOTÁ D.C, MAYO DE 2015**

El trabajo de grado **“Efecto del aclaramiento dental con peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones sobre la superficie del esmalte: un estudio in vitro”** elaborado por Alana Hurd, Jesse Palacios, Gina Pallottini, como requisito para optar por el título de especialista en Prostodoncia.

Dr. Juan M. González.

Dra. Piedad Malaver Calderón

Dra. Sandra Aguilera

TRANSFERENCIA DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Título del artículo: **“Efecto del aclaramiento dental con peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones sobre la superficie del esmalte: un estudio in vitro”** **Autores:** Los Dres Juan M. González, Alana Hurd, Jesse Palacios, Gina Pallottini. Los autores certifican que el artículo arriba mencionado es trabajo original y no ha sido previamente publicado, excepto en forma de resumen. Una vez aceptado para publicación en la revista que la Institución Universitaria Colegios de Colombia estipule, los derechos de autor serán transferidos a la universidad. Así mismo, declaran que no ha sido enviado en forma simultánea para su posible publicación en otra revista. Los autores acceden, dado el caso, a que este artículo sea incluido en los medios electrónicos que los editores de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, consideren convenientes.

Juan M. González.

C.C: 79655168

Gina Pallottini.

C.E: 450707

Jesse Palacios.

C.E: 451960

Alana Hurd.

C.E: 451466

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
CESIÓN DE DERECHOS**

Yo.: Juan M. González, Alana Hurd, Jesse Palacios, Gina Pallottini. Manifestamos en este documento nuestra voluntad de ceder a la Institución Universitaria Colegios de Colombia los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la ley 23 de 1982, de la tesis de grado: **“Efecto del aclaramiento dental con peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones sobre la superficie del esmalte: un estudio in vitro”** Producto de nuestra actividad académica para optar por el título de Especialista en Prostodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia. La institución tiene los derechos anteriores cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. Con todo, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la ley 23 de 1982. En concordancia, suscribimos este documento en el momento mismo de la ley 23 de entrega del trabajo final a la biblioteca de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

Juan M. González.

C.C: 79655168

Gina Pallottini.

C.E: 450707

Jesse Palacios.

C.E: 451960

Alana Hurd.

C.E: 451466

Bogotá, Mayo de 2015

Señores:

Biblioteca

Institución Universitaria Colegios de Colombia

La Ciudad

Autorizamos a la unidad de investigación de la Institución Universitaria Colegios de Colombia a consultar y reproducir con fines de investigación, parcial o totalmente el contenido del trabajo de grado titulado: **“Efecto del aclaramiento dental con peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones sobre la superficie del esmalte: un estudio in vitro”** presentado a la unidad de investigación como requisito del programa para optar a el título de Prosthodontistas; siempre que mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de investigación y a sus autores.

Juan M. González.

C.C: 79655168

Gina Pallottini.

C.E: 450707

Jesse Palacios.

C.E: 451960

Alana Hurd.

C.E: 451466

FICHA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO DEL TRABAJO: “**Efecto del aclaramiento dental con peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones sobre la superficie del esmalte: un estudio in vitro**”

AUTORES: Juan M. González, Alana Hurd, Jesse Palacios, Gina Pallottini

ASESOR CIENTÍFICO: DR. Juan M. González.

ASESOR METODOLÓGICO: Dra. Piedad Malaver Calderón.

MATERIAL ANEXO: 2 CD's, 2 Artículos científicos.

FACULTAD: Odontología.

TÍTULO OBTENIDO: Especialista en Prostodoncia.

CATEGORÍA: Postgrado.

PALABRAS CLAVE: Aclaramiento dental, Peróxido de hidrógeno, Porosidades, Saliva artificial.

CONTENIDO

	PÁGINA
1.- ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS.	
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. -----	12
1.2.- JUSTIFICACIÓN. -----	14
1.3.- IMPACTO. -----	14
1.4.- MARCO TEÓRICO. -----	15
1.4.1.- Esmalte dental. -----	15
1.4.2.- Dentina. -----	17
1.4.3.- Aclaramiento dental. -----	19
1.4.3.1.- Tipos de aclaramiento dental. -----	20
1.4.3.1.1.- Aclaramiento dental externo. -----	20
1.4.3.1.2.- Aclaramiento dental interno. -----	20
1.4.4.- Sustancias de aclaramiento dental. -----	21
1.4.4.1.- Peróxido de carbamida. -----	21
1.4.4.2.- Peróxido de hidrógeno. -----	22
1.4.4.3.- Perborato de sodio. -----	24
1.4.5.- Técnicas de aclaramiento dental. -----	25
1.4.5.1.- Aclaramiento dental casero. -----	25

1.4.5.2.- Aclaramiento dental en el consultorio. -----	26
1.4.5.3.- Aclaramiento dental comercial. -----	28
1.4.6.- Efectos del aclaramiento dental. -----	28
1.4.6.1.- Efectos sobre esmalte y dentina. -----	28
1.4.6.2.- Efectos sobre la pulpa y tejidos blandos. -----	31
1.4.6.3.- Efectos sobre los materiales dentales. -----	32
1.4.7.- La saliva. -----	33
1.4.7.1.- Efecto de la saliva dental sobre la superficie del esmalte	35
1.4.8.- Microscopía electrónica-----	35
1.4.9.- Objetivos. -----	36
1.4.9.1.- Objetivo General. -----	36
1.4.9.2.- Objetivos Específicos. -----	36
1.4.10.- Hipótesis. -----	37
1.4.10.1.- Hipótesis nula. -----	37
1.4.10.2.- Hipótesis alternativa. -----	37
2.- ASPECTOS METODOLÓGICOS. -----	38
2.1.- Tipo de estudio. -----	38
2.2.- Objeto de estudio. -----	38
2.3.- Material objeto de estudio. -----	38
2.4.- Unidad de análisis. -----	39
2.5.- Unidad de observación. -----	39

2.6.- Muestra. -----	39
2.7.- Criterios de selección. -----	39
2.7.1.- Criterios de inclusión. -----	39
2.7.2.- Criterios de exclusión. -----	39
2.8.- Aspectos éticos. -----	40
2.9.- Variables. -----	40
2.9.1.- Variables dependientes. -----	40
2.9.2.- Variables independientes. -----	40
2.10.- Operacionalización de las variables. -----	40
2.11.- Procedimiento. -----	41
2.11.1.- Obtención de la muestra. -----	41
2.11.2.- Tratamiento de la muestra. -----	41
2.11.3.- Procedimiento con la muestra. -----	42
3.- RESULTADOS. -----	46
4.- DICUSIÓN. -----	50
5.- CONCLUSIÓN. -----	55
6.- RECOMENDACIONES. -----	56
7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.-----	57

1.- ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS.

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Desde hace muchos siglos, el ser humano ha estado interesado en la concepción de la belleza, donde los dientes han tenido un papel destacado; así se sabe que los egipcios disponían de cosméticos blanqueadores antes del año 2000 a.C., y en el Japón medieval se aplicaban un tinte negro sobre los mismos. En algunos grupos prehispánicos se colocaba chapopote sobre los dientes, y los mayas, como demostración de buena posición social, se realizaban incrustaciones de jade en estos órganos y limaban sus bordes en distintas formas. En la actualidad es socialmente reconocido que los dientes blancos son atractivos.¹

La creciente demanda de los pacientes por realizarse tratamientos estéticos como el aclaramiento dental, conlleva al odontólogo a tener la responsabilidad de documentarse e investigar si estos tratamientos son seguros para la estructura dental.²

La evidencia sobre la seguridad publicada de estos tratamientos hasta la fecha, en general, tiende a sugerir que el aclaramiento es un procedimiento relativamente seguro, pero hay algunos autores que han expresado su preocupación sobre los cambios estructurales en el esmalte que se producen como resultado del aclaramiento los cuales pueden estar relacionados con la sensibilidad dental.^{2, 3}

En un estudio realizado por Cavallia V, Giannini M, Carvalho R en 2004, determinaron que, el uso de aclaramiento de peróxido de carbamida en diferentes concentraciones causa una significativa disminución de calcio y fosforo en la estructura dentaria, así como puede producir alteraciones morfológicas en los cristales superficiales del esmalte. ²

En otro estudio realizado por Zantnera C., Beheim-Schwarzbacha N, Neumannb K, Kielbassaa A. en 2007, se demostró que el tipo de agente aclarante y la concentración de peróxido de hidrógeno tienen una influencia importante en la micro dureza del esmalte humano. ³

En contraste a los estudios anteriores, el aclaramiento clínico es catalogado como seguro para el esmalte superficial. ⁴

Controversia tal que genera la necesidad de realizar un estudio que determine realmente los efectos de las sustancias de aclaramiento con peróxido de hidrógeno en diferentes concentraciones (40% - 35% - 25%).

Razón por la cual, la presente investigación genera el siguiente interrogante:
¿Cuáles son los efectos del peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones sobre la superficie del esmalte?

1.2.- JUSTIFICACIÓN.

Los profesionales de la odontología deben conocer los efectos del aclaramiento dental con peróxido de hidrógeno, sus ventajas y desventajas para saber cómo actuar ante cualquier situación clínica que se les presente antes, durante y después de un tratamiento de aclaramiento.

Luego de realizar una revisión de diversos estudios, en relación a los efectos del aclaramiento dental, se evidencia la gran controversia entre lo seguro del tratamiento y los efectos adversos sobre el esmalte. Es importante llegar a un acuerdo sobre el tema al realizar el presente estudio, para brindar a los profesionales una información más precisa y confiable.^{5,6}

1.3.- IMPACTO.

Esta investigación generará un valioso aporte a la odontología estética y restauradora, puesto que llegará a una conclusión a partir de una evidencia científica acerca del comportamiento del agente aclarante compuesto por peróxido de hidrógeno en sus diferentes concentraciones.

1.4.- MARCO TEÓRICO.

1.4.1. Esmalte dental.

Está constituido por millones de prismas o varillas muy mineralizadas, que lo recorren en todo su espesor, desde la conexión amelodentinaria a la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal. La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (96%) de matriz inorgánica microcristalina, un 3% de agua y un contenido muy bajo (0,36 a 1 %) de matriz orgánica. ⁶

Los cristales de hidroxiapatita constituidos por fosfato de calcio representan el componente inorgánico principal del esmalte. En esto se asemeja a otros tejidos mineralizados, como el hueso, la dentina y el cemento. Existen, sin embargo, una serie de características que hacen del esmalte una estructura única. La cuales son:

- a. Embriológicamente deriva del órgano del esmalte, de naturaleza ectodérmica, que se origina de una proliferación localizada del epitelio bucal, por lo que se diferencia de los otros tejidos dentarios de naturaleza ectomesenquimática.
- b. La matriz orgánica del esmalte es de naturaleza proteica con un agregado de polisacáridos, y en su composición química no participa del colágeno.
- c. Los cristales de hidroxiapatita del esmalte están densamente empaquetados y son de mayor tamaño que los de otros tejidos

mineralizados. Los cristales son susceptible (solubles) a la acción de los ácidos, constituyendo esta característica el sustrato químico que da origen a la caries dental.

d. Las células secretoras del tejido adamantino, los ameloblastos (que se diferencian a partir del epitelio interno del órgano del esmalte), tras completar la formación del esmalte, involucionan y desaparecen durante la erupción dentaria, por un mecanismo de apoptosis. Esto significa que no hay crecimiento ni nueva aposición de esmalte después de la erupción.

e. El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares. Por ello, actualmente, no se considera como un (tejido), sino como una sustancia extracelular muy mineralizada.

f. Frente a una enfermedad, el esmalte reacciona con pérdida de sustancia, siendo incapaz de repararse; es decir, no posee poder regenerativo, como sucede en otros tejidos del organismo, aunque puede darse en él un fenómeno de remineralización.

g. Su forma de reaccionar ante cualquier agente físico, químico o biológico es con pérdida de sustancia. Es afectada por la acción mecánica del cepillado vigoroso y pastas agresivas, por el estrés oclusal que produce abfracciones y por la desmineralización acida.⁷

Características de la superficie del esmalte: La superficie del esmalte puede ser lisa o presentar finas crestas. Dichas crestas son el resultado de la terminación de las estrías de Retzius en la superficie del esmalte. Estas manifestaciones de la superficie son crestas denominadas periquimatías o líneas de imbricación. Las periquimatías están producidas por las terminaciones de grupos de prismas acentuadas por la oscilación de los ameloblastos antes que el siguiente grupo de prismas contacte con la superficie del esmalte. Esta manifestación es más prominente en la cara facial del diente, cerca de la región cervical. Otra característica del esmalte externo próximo a su superficie es la zona de esmalte aprismático, que tiene un espesor de 20 a 40 μm .⁸

Capa superficial del diente, compuesto de materia orgánica e inorgánica, contiene prismas formados por cristales de hidroxiapatita, los cuales constituyen un componente principal del esmalte y una estructura de proteínas orgánicas.⁶

Está formado por cristales de hidroxiapatita con proteínas amelogénicas.⁹

Es el tejido biológico más duro y altamente mineralizado, está compuesto por aproximadamente 96% de materia inorgánica formada por minerales, 3% de agua y 1% de materia orgánica.¹⁰

La morfología del esmalte presenta diferentes patrones en cada área. Varias características se observaron en cervical, supracervical, central y la zona de las cúspides que no permite que el blanqueamiento sea uniforme.¹¹

Aplicaciones directas de 3 – 30 % de peróxido de hidrógeno se ha usado en esmalte cariado. ¹²

1.4.2. Dentina.

La dentina es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. La porción coronaria de la dentina está recubierta a manera de casquete por el esmalte. En la estructura de la dentina se pueden distinguir dos componentes básicos: La matriz mineralizada y los conductos o túbulos dentinarios que la atraviesan en todo su espesor y que alojan a los procesos odontoblásticos. La dentina está compuesta por 70% de materia inorgánica (principalmente cristales de hidroxiapatita), 18% de materia orgánica (principalmente fibras colágenas) y 12% de agua. ⁷

Es un tejido duro que constituye el cuerpo del diente. La dentina coronal está cubierta por el esmalte, al igual que el hueso esta primariamente compuesta por una matriz orgánica de fibras de colágeno y en mineral hidroxiapatita. Se le clasifica como primaria, secundaria o terciaria, basándose en el período de su desarrollo y las características histológicas del tejido. ⁸

La dentina primaria, es el componente principal de la corona y la raíz, y consta de dentina del manto y dentina circumpulpar. La dentina secundaria, se forma internamente a la dentina primaria de la corona de la raíz. Se desarrolla después que la corona ha entrado en función oclusal clínica y las raíces están casi

formadas. La dentina terciaria o reparativa, es el resultado de la estimulación pulpar y se forma solo en la zona de activación odontoblástica.⁸

Sufre cambios estructurales de las proteínas dentro de la dentina y mecanismos intrínsecos y extrínsecos que producen manchas debido al envejecimiento.¹³

En concentraciones del 30%, el Peróxido de hidrógeno altera la estructura química de la dentina y el cemento, haciendo que sea más susceptible a la degradación y pérdida componentes orgánicos.¹²

1.4.3. Aclaramiento dental.

Son sistemas no invasivos, que generan modificaciones en el color de los dientes, compuestos principalmente peróxido de hidrógeno y algunos por su precursor peróxido de carbamida, pueden ser usados en combinación con un agente activante (calor, luz) y aplicados sobre la superficie externa (blanqueamiento vital) o interna (cámara pulpar de dientes no vitales) de los dientes.¹³

Es un método conservativo y efectivo para tratar dientes decolorados.

Según Sun L. y col. en 2011, el aclaramiento dental puede provocar alteraciones en la morfología de la superficie, variaciones de los componentes químicos, disminución de la microdureza. Los efectos negativos del aclaramiento puede estar asociados al pH, efectos oxidantes y la composición de los agentes blanqueadores, un pH ácido es el que produce efectos adversos.¹⁴

Los agentes blanqueadores necesitan difundirse en toda la estructura de los dientes para alcanzar las manchas internas del esmalte dental y también necesita alcanzar la dentina que puede convertirse de color amarillento con el envejecimiento.¹³

Las pigmentaciones de los dientes habitualmente son causadas por variedad de comidas y bebidas con pigmentos, defectos cariogénicos, restauraciones inadecuadas, pérdida de vitalidad, exposición a ciertas drogas así como también desordenes hereditarios de mineralización local o general.¹⁵

Los blanqueamientos dentales pueden presentar efectos adversos, tales como toxicidad de la pulpa dental, reducción de la microdureza del sustrato y reducción de la fuerza de adhesión de las resinas compuestas debido a la interpretación entre el oxígeno residual presente en la superficies blanqueadas y el sistema adhesivo aplicado durante el procedimiento restaurativo.¹⁵

La eficacia del aclaramiento dental depende de ciertas condiciones ambientales como, la temperatura, pH, luz ultravioleta y la presencia de algunos iones. Así como los radicales libres también pueden alterar los lípidos ya las proteínas que conforman los tejidos dentales duros.¹⁶

Es importante destacar que los procedimientos adhesivos post aclaramiento deben realizarse durante al menos 24 hr después de la aplicación de la técnica de aclaramiento.¹⁶

1.4.3.1. Tipos de aclaramiento dental.

1.4.3.1.1. Aclaramiento dental externo.

Consiste en la aplicación del agente de aclaramiento en las caras externas de los dientes, comúnmente la vestibular. Se usa principalmente peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno en diferentes concentraciones.¹⁵

1.4.3.1.2. Aclaramiento dental interno.

Es un método que remueve la pigmentación de los dientes no vitales; consiste en insertar un agente de aclaramiento, mezcla de peróxido de sodio y agua (o 3% de peróxido de hidrógeno) dentro de la preparación cavitaria, donde permanece de 3 a 5 días.¹⁵

1.4.4. Sustancias de aclaramientos dental.

Los resultados de las sustancias de aclaramiento dental es el de romper las grandes cadenas de pigmentos hacia los más pequeños, reduciendo la decoloración debido a una menor absorción de la luz, o causar la difusión de estos pigmentos a través de la estructura dental Sin embargo, el aclaramiento dental presenta algunos efectos secundarios, tales como la toxicidad de la pulpa, reducción de la microdureza, y la reducción de la resistencia adhesiva de la resina compuesta. Este último se produce debido a la interacción entre el oxígeno residual presente en la superficie de aclaramiento con el sistema adhesivo aplicado durante el procedimiento restaurador.¹⁷

1.4.4.1.- Peróxido de carbamida.

Es también llamado peróxido de urea, cuando se disuelve en agua o saliva, el peróxido de carbamida produce peróxido de hidrógeno y urea, además se descompone a dióxido de carbono y amoníaco. Mientras el agente activador del aclaramiento actúa el peróxido de hidrógeno penetra el diente, produce radicales e interactúa con las moléculas de cromoforo, oxidándola. El peróxido de carbamida puede producir continuamente peróxido de hidrógeno con menos irritación, por esto generalmente se usa en tratamientos caseros. La concentración común de peróxido de carbamida es de 10%, la cual es una solución extremadamente inestable que en contacto con la saliva se descompone en 7% de urea y 3% de peróxido de hidrógeno, el cual es considerado como el agente activante de las reacciones aclarantes. El peróxido de hidrógeno al 3% produce áreas de erosión suave y la pérdida de contenido mineral en la superficie del esmalte altera su dureza. ¹⁰

Según, Minoux M y col en 2008, el peróxido de carbamida disminuye el contenido mineral de la hidroxiapatita en la superficie externa del esmalte. ¹⁶

1.4.4.2. Peróxido de hidrógeno.

Compuesto relativamente inestable y se descompone lentamente liberando oxígeno. Esta descomposición es acelerada por la luz y el calor. Es completamente soluble en agua y concede solución ácida. Su fórmula molecular es H_2O_2 . ¹²

Se descompone en agua y oxígeno, lo cual tiene un bajo peso molecular y penetra rápidamente a través de los poros del esmalte y la dentina; rompiendo los enlaces débiles entre moléculas cromáticas y matriz orgánica más pequeña, menos compleja y moléculas más ligeras.¹⁸

Las moléculas de peróxido están en equilibrio con proteínas e iones de peridroxyl a través de una reacción dando un incremento del pH ácido típico. Las moléculas de peróxido de hidrógeno penetran entre los defectos el esmalte y la dentina en un tiempo entre 10 – 30 minutos a una temperatura ambiente. El peróxido de hidrógeno ataca tanto a los componentes orgánicos como inorgánicos, la destrucción de los componentes orgánicos es principalmente por la habilidad oxidativa del peróxido de hidrogeno mientras que los cambios en el componente mineral de deben a su acidez.⁹

Soluciones de peróxido de hidrógeno al 30% y neutras tienen el mismo efecto aclarante mientras que la solución ácida al 30% causa mayores efectos negativos sobre el esmalte. Esto indica que la desmineralización de la superficie del esmalte puede estar principalmente causada por el pH bajo.¹⁹

El peróxido de hidrógeno en gel se usa frecuentemente a nivel clínico en concentraciones muy altas, por esta razón es uno de los productos con mayores probabilidades de causar daños en el esmalte y el la dentina, si estos tejido son susceptibles al agente. Adicionalmente el peróxido de hidrógeno al 35% produce mejor y más rápido aclaramiento comparado con concentraciones más bajas. Se asume que si el peróxido de hidrógeno desmineraliza la superficie del esmalte,

los efectos ácidos que ingresan a la superficie solo ocurren en el mismo día que es aplicado el blanqueamiento. Así mismo, la remineralización endurece nuevamente el esmalte al día siguiente, lo que quiere decir que aún y cuando usemos peróxido de hidrógeno en altas concentraciones hay una pérdida o efecto sobre la estructura en la superficie del esmalte.¹³

El peróxido de hidrógeno pueden ser activados mediante distintas modalidades, como luz, calor, activadores químicos o combinaciones entre éstos, donde se lleva a cabo una reacción oxidativa con la consecuente liberación de oxígeno y desprendimiento de moléculas de H_2O_2 que son capaces de filtrarse a través de la dentina por los túbulos dentinarios (existen aproximadamente 15,000 túbulos dentinarios/mm²). Así, la dentina, que da color a los dientes, sufre un proceso de oxidación que se traduce en el blanqueamiento de los dientes.¹

El peróxido de hidrógeno es un agente oxidante fuerte que sufre descomposición química y da lugar a los radicales libres, iones de oxígeno reactivos y aniones de peróxido. Estas moléculas reactivas son altamente inestables son capaces de oxidar una amplia gama de materiales orgánicos e inorgánicos. El peróxido de carbamida también produce urea que puede descomponerse aún más a dióxido de carbono y amoníaco. La urea degrada la matriz orgánica en el esmalte.²⁰

1.4.4.3. Perborato de sodio.

Generalmente presenta concentraciones al 30%, no causa rugosidades o alteraciones en la superficie del esmalte. Produce cambio en la coloración de los dientes posterior a su aplicación.²¹

1.4.5. Técnicas de aclaramiento dental.

Con un diagnóstico cuidadoso, una planificación del tratamiento apropiada, y atención a la técnica, el aclaramiento puede representar una técnica conservadora y segura para aclarar los dientes. Las técnicas de aclaramiento dental se han considerado efectiva pero pueden mostrar alteraciones químicas y morfológicas en esmalte y dentina, especialmente cuando se utilizan los agentes de aclaramiento dental en el consultorio. Las alteraciones en la superficie del esmalte se han observado después de la aplicación del aclaramiento dental en casa y aclaramiento dental en el consultorio. Un aspecto rugoso se ha detectado en la dentina después de que se utilizó cualquier tipo de técnica.²²

1.4.5.1. Aclaramiento dental casero.

Se recomiendan concentraciones del 10% a 20% de peróxido de carbamida.¹⁵

Estudios han evaluado que el efecto del peróxido de carbamida usado en casa con cubetas, en la estructura superficial de la micromorfología dental no se

mantiene más de una hora. Las concentraciones más usadas son de peróxido de carbamida de 10% a 22% y de peróxido de hidrógeno de 5.5% a 7.5% con el mayor tiempo posible.²³

El aclaramiento dental depende de la penetración de radicales libres peróxido de hidrógeno a través del esmalte y en la dentina, rompiendo las moléculas cromogénicas de la dentina en pequeñas estructuras.²⁴

1.4.5.2. Aclaramiento dental en el consultorio.

Está basado en peróxido de hidrógeno como el agente de aclaramiento con actividad relativa alta en concentraciones entre 25% y 35%. El agente aclaramiento se coloca en la superficie de los dientes, previamente se aísla el tejido blando con tela de caucho.¹⁴

Se realiza con altas concentraciones de peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida (35%). Esto puede verse afectado y además acelerarse dependiendo de los tipos de lámparas que se usen.¹⁵

En técnicas de consultorio se usa frecuentemente peróxido de hidrógeno en concentraciones del 30 al 40% y peróxido de carbamida en concentraciones del 35% al 37%.¹⁸

El desarrollo de agentes de aclaramiento que contienen peróxido de hidrógeno o su precursor, peróxido de carbamida, en concentraciones variables,

va de 10 a 38%, ha demostrado un aclaramiento dental efectivo en el consultorio. A pesar de que el aclaramiento es eficaz, se ha demostrado que en cuanto a la estética, los efectos nocivos de los agentes de aclaramiento en la superficie del diente han sido un área de preocupación. Varios informes científicos han demostrado que los cambios que ocurren en la textura de la superficie, composición, y microdureza del esmalte, se presentan cuando los dientes se aclaran con peróxido de hidrógeno.²⁵

La teoría del aclaramiento dental implica la liberación de radicales libres de la disociación del agente de aclaramiento, que ataca moléculas orgánicas (manchas) en los dientes para lograr la estabilidad. Esto es seguido por una liberación adicional de los radicales libres, los cuales a su vez reaccionan con los enlaces insaturados de las manchas, interrumpen la conjugación de electrones y proporcionan un cambio en la energía de absorción de las moléculas orgánicas en el esmalte. Estas moléculas rotas reflejan menos la luz, por lo tanto hacen que el diente tenga una apariencia más clara.^{25 26}

Caneppele T. y col, en 2013, recomiendan en su estudio para la técnica de oficina o consultorio el uso del gel a base de peróxido de hidrógeno al 35%, en aplicaciones a los dientes durante un período de 30 a 60 min.²⁷

Cabe señalar que una sola aplicación en el consultorio, por lo general, el aclaramiento no es suficiente para lograr los resultados deseados. Debido a esto, es necesario aplicar aclaramiento en varias citas para la obtención de resultados

óptimos. Por lo tanto, es muy importante en esta técnica para lograr efectos más pronunciados en un corto período de tiempo usar geles altamente concentrados.²⁷

1.4.5.3. Aclaramiento dental comercial.

Recientemente se ha reportado la alta eficacia del aclaramiento, que puede producir una notable tolerancia por parte de los pacientes de una técnica con banda delgada. La tecnología se basa sobre el control preciso de la concentración y la dosis. Con este tipo de aclaramiento el esmalte dental no se ve afectado por las concentraciones bajas de peróxido de hidrógeno.¹⁸

1.4.6. Efectos del aclaramiento dental.

1.4.6.1. Efectos sobre esmalte y dentina.

En una evaluación en microscopio electrónico, se has detectado alteraciones significativas en la topografía del esmalte en dientes que fueron tratados con agentes blanqueadores durante cuatro semanas. Los resultados más severos fueron en dientes expuestos a las soluciones con peróxido de carbamida con el pH más bajo. López GC, en un estudio sobre la dureza y morfología del esmalte, comparó el peróxido de hidrógeno al 3% y el peróxido de carbamida al 10%, concluyendo por el uso del primero de éstos, que hay una reducción significativa en la microdureza del esmalte, mientras que el uso del peróxido de carbamida no tuvo efectos significativos en este indicador.²

La difusión del peróxido de hidrógeno a través del esmalte y la dentina es facilitada por su bajo peso molecular y la capacidad que tiene de desnaturalizar las proteínas. La difusión del peróxido de hidrógeno al 35% es más rápida que al 20% a través del esmalte y la dentina. La penetración del peróxido de hidrógeno en el esmalte alcanza la dentina subyacente oxidando su compuesto orgánico y modificando el compuesto mineral.²⁷

Algunos materiales aclarantes causan daños significativos en el calcio y los niveles de fósforo produciendo daños en los cristales de hidroxiapatita del esmalte involucrado.²⁸

Estudios realizados por Meneses C. y col, en 2013, La superficie adamantina de los dientes estudiados, donde no se aplicó el procedimiento de blanqueamiento se aprecia uniforme, distinguiéndose los prismas del esmalte, con pequeñas irregularidades. Donde la superficie adamantina fue sometida al procedimiento del blanqueamiento se aprecia un cambio significativo, destacando la evidente presencia de los prismas del esmalte por la pérdida de la sustancia interprismática, otros dientes presentan cráteres y depresiones que evidencian desmineralizaciones más profundas del esmalte.¹

Es bien conocido que los agentes de aclaramiento liberan oxígeno en las estructuras dentales, que, debido a su bajo peso molecular y asociado a la permeabilidad dental, puede difundir a través del esmalte y dentina, y actuar sobre los pigmentos. Estas moléculas, por medio de reacciones de óxido reducción,

pueden romper las macromoléculas (pigmentos) en cadenas moleculares más pequeñas, para ser removidos de la estructura dental total o parcialmente por difusión. Mientras que algunos autores afirman que alteraciones química o morfológicas significativas pueden ocurrir en la estructura dental después de los procedimientos de blanqueamiento, usando diferentes agentes de blanqueamiento y concentraciones, reportan otros estudios que el blanqueamiento puede causar la pérdida mineral del esmalte en diferentes niveles y alteraciones en la morfología de la superficie.^{30 31}

En el estudio realizado por Meira A. y col, en 2012, sobre las propiedades del esmalte dental antes y después de la aplicación de peróxido de hidrógeno y carbamida, concluyeron que no hay diferencia significativa en las irregularidades de la superficie del esmalte, con estructuras granulares acentuadas para ambos tiempos usados y un pH del agente blanqueador de 6.8 – 7.0.³²

En estudios realizados por Elfallah M. y col en 2003, el uso de la técnica de nanoindentación mostró que el módulo de Young y la dureza del esmalte eran significativamente reducidas después del aclaramiento. Se ha observado una reducción de la dureza de la superficie externa del esmalte a una profundidad de menos de 50um después del aclaramiento dental. Efectos adversos están relacionados con la concentración del agente aclarante, el pH, y la duración de la aplicación. Hipersensibilidad dental se produce en aproximadamente dos tercios de los pacientes durante el aclaramiento de dientes vitales. Es principalmente

atribuible a la difusión del peróxido en el esmalte y la dentina causando la eliminación de la capa de barrillo. Estos resultados en la deshidratación y posterior filtración del líquido en los túbulos dentinarios, estimula las terminaciones nerviosas y conducen a la sensibilidad.^{21 32}

Estudios realizados por Ralph L y col, en 2005, reporta el uso de mediciones de microdureza utilizadas como un parámetro para medir cambios que pueden estar relacionados con pérdida o ganancia en el contenido mineral de esmalte post aclaramiento.³³

1.4.6.2. Efectos sobre la pulpa y tejidos blandos.

Las diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno usadas para las diferentes técnicas de aclaramiento dental, pueden producir un mayor o menor efecto en el tejido pulpar, ya que hay evidencia de la penetración del agente blanqueador a través de la estructura del diente y, por lo tanto, irritación del tejido que puede causar sensibilidad durante el tratamiento aclarante.²⁵

Con el propósito de acelerar la liberación de los radicales libres, los profesionales han usado dispositivos que transfieren energía al peróxido de hidrógeno, aumentando su descomposición. La fuente de activación no es la responsable del proceso de aclaramiento como tal; solo tienen el propósito de aumentar la degradación del gel aclarante, el cual, es el responsable del efecto aclarante. Sin embargo, la aplicación de la luz puede causar aumento de la temperatura y aumentar la difusión del agente blanqueador a través del tejido

duro y alcanzar la cámara pulpar. Estudios previos han demostrado el efecto citotóxico del gel aclarante de peróxido de hidrógeno al 35% en las células pulpares.²⁵

1.4.6.3. Efectos sobre los materiales dentales.

El peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida cambian las propiedades de la amalgama dental, como es, en la microdureza y en la rugosidad de la superficie, ya que se produce un cambio en los iones del metal de la amalgama, en concentraciones al 1%, 3%, 10%, 30% de peróxido de hidrógeno y al 10% de peróxido de carbamida. Por otro lado en las cerámicas feldespáticas presentan una rugosidad en la su superficie después de 21 días después de haber sido aplicado el aclaramiento con peróxido de carbamida del 10% y 35%, esto se debe a la reducción del dióxido de silicio y las moléculas de peróxido de potasio. En las resinas compuestas se ven cambios en las propiedades, después de ser aplicado el aclaramiento de peróxido de carbamida al 10% y 11%, esto es debido a la liberación de radicales del peróxido. Los aclaramientos dentales causan cambios en la resina compuesta, tanto en el color, como en la rugosidad, la dureza de la superficie y en las moléculas de su microrrelleno. En los ionómeros de vidrio se producen cambios en el color después de la aplicación del aclaramiento con peróxido de carbamida al 15% luego de 4 semanas.³³

1.4.7. La saliva.

Todas glándulas salivales mayores y menores contribuyen a la composición de la saliva. Esta composición varía de acuerdo con el ritmo de secreción, que es lento durante el sueño y elevado durante la estimulación. La saliva tiene menos proteínas e iones que la sangre, contiene: potasio, cloruro sódico, calcio, magnesio, fosforo, carbonatos, urea y trazas de amoniaco, ácido úrico, glucosa y lípidos. La naturaleza viscosa de la saliva es el resultado de la presencia de mucina salival, que es una mezcla de glicoproteínas.⁸

Las funciones de la saliva son de suma importancia en la cavidad oral, se pueden mencionar las siguientes:

- a. Lavar la superficie de los dientes y reducir la posibilidad de erosión ácida que conduce a la caries dental.
- b. Mantener los tejidos bucales húmedos y protegerlos contra los irritantes y la desecación.
- c. Ayudar a la masticación y deglución del alimento.
- d. Proporcionar acción antibacteriana.
- e. Ayudar a la formación de la película, que es una membrana protectora en la superficie del diente.
- f. Proporcionar protección en las acciones de neutralización de ácidos y tamponamiento ácido, que previene la disolución del esmalte.⁸

Walsh L en 2000, propuso que la saliva es un fluido corporal, presente en cavidad bucal, segregado por las glándulas salivales, con un pH entre 6.8 y 7.0%, con una temperatura de 37 °C.¹²

1.4.7.1. Efecto de la saliva dental sobre la superficie del esmalte.

También se define como, sustancia natural que proporciona efectos de protección de las estructuras en la cavidad oral por contener calcio, fosfato, iones fluorhídricos y proteínas de membrana que inhiben la desmineralización del esmalte. La cual cuenta con pH neutro.⁶

La saliva artificial contiene iones de calcio (1.5 mmol/L), fosfato (0.9 mmol/L), Potasio clorhídrico (150 mmol/L), hidroximetil-aminometano (20 mmol/L), con un pH 7.0. Se ha demostrado que los cambios en la microdureza del esmalte dependen del pH, concentración de los agentes blanqueadores y de la naturaleza de la saliva artificial.³⁴

Según Carpena G, en 2002, la composición de la saliva artificial es cloruro de potasio, cloruro de sodio, cloruro de magnesio, cloruro de Calcio, potasio, fosfato, Acido de fosfato de potasio, sorbitol 70% y agua destilada.¹⁹

. La capacidad antioxidante en la cavidad oral es limitada debido al hecho de la peroxidasa en la saliva y en la biopelícula adquirida como el antioxidante con proteínas relevantes que se inactiva irreversiblemente por su sustrato.^{35 36}

En estudios realizados por Soares D. et al en el 2013, al final de cada sesión de aclaramiento, la superficie del esmalte se mantuvo en contacto con la saliva artificial (3,9% fosfato de potasio; Cloruro de potasio 3,6%; 2% cloruro de sodio; 2% de cloruro de potasio; Cloruro de magnesio 3,7%; 0,2% phenochem; 10% de gel de Natrosol; agua destilada), y la superficie de la dentina se mantuvo en un ambiente húmedo a prevenir la deshidratación.³⁷

1.4.8.- Microscopía electrónica.

La microscopía electrónica es una técnica de estudio de imágenes a gran aumento que, en vez de utilizar la luz para generarlas, usa haces de electrones que atraviesan el espesor ("transmisión") o barren la superficie del tejido ("barrido" o *scanning*).³⁸

En el caso de la **microscopía electrónica de transmisión (MET)**, el procesamiento del tejido es similar a la óptica; pero la necesidad de finísimas secciones histológicas obliga a variaciones en el procesamiento que incluyen fijación en glutaraldehído, post-fijación en osmio y confección de bloques con resina epoxy que se cortan con cuchillas de vidrio para obtener grosores ultrafinos. Para la **microscopía electrónica de barrido (MEB)** no se utilizan secciones, sino pequeños fragmentos fijados de forma similar a la anterior, cuya superficie es cubierta con un metal como el oro para que refleje los haces de electrones, que serán recogidos y transformados en una imagen tridimensional.

Aunque estas técnicas, dada su gran resolución, requieren un meticuloso procesamiento y preservación del tejido, pueden aplicarse con éxito a tejidos momificados. La microscopía electrónica de barrido permite un minucioso análisis de las superficies tisulares, siendo especialmente productivo el análisis de la superficie cutánea.³⁸

1.4.9.- OBJETIVOS.

1.4.9.1.- Objetivo general.

Evaluar el efecto sobre la superficie del esmalte del peróxido de hidrógeno a concentraciones al 25, 35 y 40%

1.4.9.2.- Objetivos específicos.

- Establecer mediante microscopía electrónica la microestructura del esmalte.
- Establecer mediante microscopía electrónica los efectos del peróxido de hidrógeno al 25, 35 y 40% sobre la microestructura del esmalte inmediatamente y a los 15 días posteriores a su aplicación.

1.4.10.- Hipótesis.

1.4.10.1.- Hipótesis nula.

El peróxido de hidrógeno al 25, 35 y 40% no produce efectos sobre la microestructura del esmalte.

1.4.10.2.- Hipótesis Alternativa.

El peróxido de hidrógeno al 25, 35 y 40% produce efectos sobre la microestructura del esmalte.

.2.- ASPECTOS METODOLÓGICOS.

2.1.- Tipo de estudio.

Experimental in vitro.

2.2.- Objeto de estudio.

Efectos del aclaramiento dental en la superficie del esmalte dental con la aplicación de peróxido de hidrógeno.

2.3.- Material objeto de estudio.

Superficie del esmalte dental.

2.4.- Unidad de análisis.

Micras (μm).

2.5.- Unidad de observación.

Esmalte dental.

2.6.- Muestra.

60 superficies vestibulares de premolares que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión de la investigación. De los cuales se formaran 3 grupos de 9 unidades cada uno y un grupo control de 6 unidades

2.7.- Criterios de selección.

2.7.1.- Criterios de inclusión.

- Primeros y/o segundos premolares tanto superiores e inferiores con indicación de extracción por motivos ortodónticos y/o periodontales.
- Premolares con coronas estructuralmente intactas.
- Premolares sin deformaciones congénitas.

2.7.2.- Criterios de exclusión.

- Premolares con pigmentaciones de tetraciclinas y amelogénesis imperfecta.

2.8.- Aspectos éticos.

Según la resolución 8430/93 se clasifica sin riesgo, sin embargo, los pacientes firmaron un consentimiento informado cediendo los dientes a la investigación.

Los investigadores declaramos no tener conflicto de intereses.

2.9.- Variables

2.9.1.- Variable dependiente.

- Porosidad del esmalte.

2.9.2.- Variables independientes.

- Concentraciòn del peróxido de hidrógeno.
- Tiempo de observaciòn

2.10.- Operacionalizaciòn de variables.

NOMBRE	DEFINICIÒN	NIVEL DE MEDICIÒN	ESCALA	RELACIÒN
Porosidad del esmalte	Es el conjunto de irregularidades que posee la superficie del esmalte	Cuantitativa	Numérica Continua	Dependiente
Concentraciòn del Peróxido de hidrógeno	Compuesto relativamente inestable, se descompone lentamente liberando oxígeno. Esta descomposiciòn es acelerada por la luz y el calor. Es completamente soluble en agua y concede soluciòn ácida. Su fórmula molecular es H_2O_2 .	Cuantitativa	Numérica Discreta	Independiente
Tiempo de observaciòn	Es una magnitud física con la que se mide la duraciòn o separaciòn de acontecimientos, sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a observaciòn; esto es, el período que transcurre entre el estado del sistema cuando éste presenta un estado X y el instante en el que X registra una variaciòn perceptible para un observador	Cuantitativa	Numérica Discreta	Independiente

2.11.- Procedimiento.

2.11.1.- Obtención de la muestra

Se recolectaron 15 premolares de los cuales se obtuvo 4 muestras de cada uno para obtener un total de 60 superficies vestibulares de primeros y segundos premolares superiores e inferiores extraídos por indicación ortodóncica y/o periodontal, de pacientes que acuden a las clínicas del posgrado de periodoncia y cirugía oral de la Institución Universitaria Colegios de Colombia – Unicoc en Bogotá, a quienes previamente se les notificò sobre la naturaleza de la investigación y previa aceptación y firma del consentimiento informado donaron sus dientes, cuyas características debían ser: premolares sanos, con coronas estructuralmente intactas, sin deformaciones congénitas, sin pigmentaciones de tetraciclinas ni amelogénesis imperfecta, sin antecedentes de fracturas ni tratamientos de restauración ni aclaramiento dentales previos.

2.11.2.-Tratamiento de la muestra

Cada diente se limpiò y se retira todo el exceso de tejido blando y fluidos corporales. Se almacenò la muestra en Cloramina T durante veinticuatro horas, posteriormente se sumergieron en agua destilada hasta el momento de conseguir el número de dientes necesario para este estudio y hasta el momento previo a la aplicación del peróxido de hidrógeno.

2.11.3.- Procedimiento con la muestra

Se le realizó a cada premolar un corte en cruz, con un Isomet (micrótomo de 320 µm) un corte mesio distal para separar y extraer superficie vestibular y un corte cervical para desechar el cuerpo radicular, una vez terminado el procedimiento de corte se conformaron los grupos, se realizó la aplicación del peróxido de hidrógeno en la superficie vestibular con un espesor de material de 1mm, en la concentración determinada para cada grupo, durante 15 minutos. Se retiró el gel con una gasa y se volvió a aplicar peróxido de hidrógeno durante otros 15 minutos. Se lavó, secó y luego se sumergió la muestra en saliva artificial. Los grupos sin saliva artificial se observaron inmediatamente en el microscopio y los grupos con saliva fueron sumergidos en ésta durante 15 días y posteriormente fueron observados en el Microscopio Electrónico de Barrido (FEI QUANTA 200-Metalizador SEM). A la muestra se le realizó el proceso de metalización antes de ser observada en el microscopio para posteriormente visualizar la micromorfología del esmalte y detectar la presencia de porosidades, las cuales fueron medidas en micras.

La muestra se dividió en 4 grupos y la asignación a cada grupo fue aleatoria, distribuidos de la siguiente manera:

1^{er} Grupo: control (no se le aplicó agente aclarante y se observó en el microscopio) compuesto por 6 muestras.

2^{do} Grupo: aplicación de peróxido de hidrógeno al 25%, observado al microscopio electrónico inmediatamente de su aplicación (9 muestras) y a los 15 días posterior a la inmersión en saliva artificial (9 muestras).

3^{er} Grupo: aplicación de peróxido de hidrógeno al 35%, observado al microscopio electrónico inmediatamente de su aplicación (9 muestras) y a los 15 días posterior a la inmersión en saliva artificial (9 muestras).

4^{to} Grupo: aplicación de peróxido de hidrógeno al 40%, observado al microscopio electrónico inmediatamente de su aplicación (9 muestras) y a los 15 días posterior a la inmersión en saliva artificial (9 muestras).

Se muestran a continuación las imágenes del procedimiento realizado en este estudio. (Figuras 1,2,3,4,5,6)



Figura 1. Isomet (Máquina de Corte)

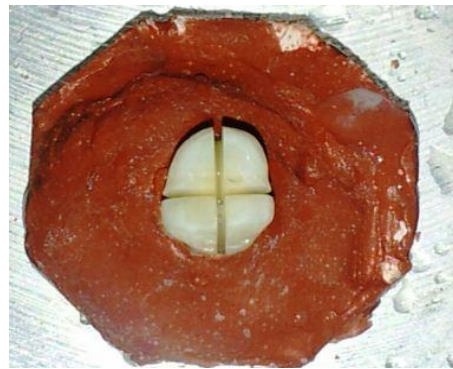


Figura 2. Corte de la superficie vestibular en cruz.



Figura 3. Aplicación de Peróxido de hidrógeno a cada grupo.



Figura 4. Porta muestra con la muestra



Figura 5. . Entrada del porta muestra al microscopio

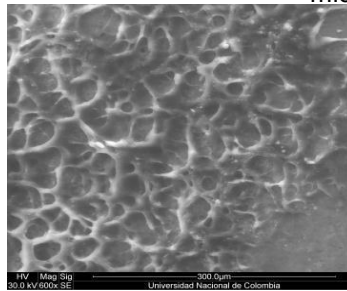


Figura 6. Microfotografía 300x

MÉTODO ESTADÍSTICO

Se elaboró una tabla de datos en Excel, los datos se procesaron en el programa estadístico IBMSPSS Statistic Versión 22 y se aplicaron pruebas estadísticas como la Anova de una vía y Bonferroni para comparar las diferencias significativas a diferentes concentraciones con y sin saliva artificial. Los resultados se presentan en gráficas y tablas, se consideró diferencia estadísticamente significativa cuando $p < 0,05$.

3.- RESULTADOS.

Al analizar las diferentes concentraciones con el grupo control, se observó que la concentración al 40% presentó mayor tamaño del poro cuando no fueron sumergidos en saliva artificial y los valores de las demás concentraciones también fueron superiores comparándolos con los grupos que fueron sumergidos en saliva artificial, pero al analizar y comparar, la concentración de PH al 40%, se observó que hubo diferencia estadísticamente significativa con la del 25% donde presento un tamaño promedio del poro de 25,1µm con una desviación estándar de 19,4 (p=0,046), al compararla con la concentración de PH al 35% se observó que no hubo diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo presenta una tendencia cercana a ser significativa con un promedio de 25,6 µm y una desviación estándar de 16,8, y cuando se comparó con el grupo control no se encontró diferencia estadísticamente significativa. (Tabla 1)

Tabla 1. Valores medios del tamaño de poro (µm) según concentraciones del Peróxido de hidrógeno sin saliva artificial

	N	Media (µm)	DE	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	p*
				Límite inferior	Límite superior			
25,0%	9	25,1	19,4	10,2	40,0	3	70	0,046
35,0%	9	25,6	16,8	12,7	38,4	10	62	0,070
40,0%	9	96,6	87,1	29,6	163,5	15	253	*
Control	6	23,7	15,5	7,4	39,9	2	45	0,569

Significancias comparando concentración 40% con las demás

Al analizar los grupos de estudios, que posterior a la aplicación de peróxido de hidrógeno fueron sumergidos en saliva artificial, se observó que la concentración de Peróxido de Hidrógeno al 25% presentó un tamaño promedio de poro de 12,1µm con una desviación estándar de 5,6 la del grupo con concentración al 35% fue un poco mayor, con un tamaño promedio del poro de 16,1 µm y una desviación estándar de 10,6 y la del grupo con concentración al 40% tuvo un tamaño promedio del poro de 17,9 µm y una desviación estándar de 10,9 al compararlos no hubo diferencia estadísticamente significativa. (Tabla 2).

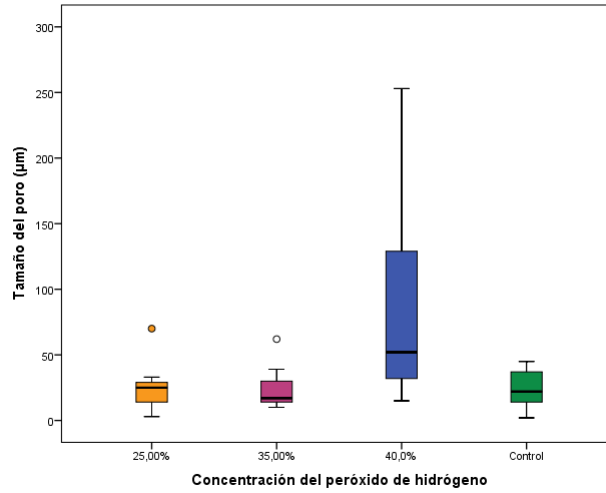
Tabla 2. Valores medios del tamaño de poro (µm) según concentraciones del Peróxido de hidrógeno con saliva artificial

	N	Media (µm)	DE	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	p*
				Límite inferior	Límite superior			
25,0%	9	12,1	5,6	7,8	16,4	0	20	>0,05
35,0%	9	16,1	10,6	8,0	24,3	6	37	>0,05
40,0%	9	17,9	10,9	9,5	26,3	6	39	

Significancias comparando concentración 40% con las demás

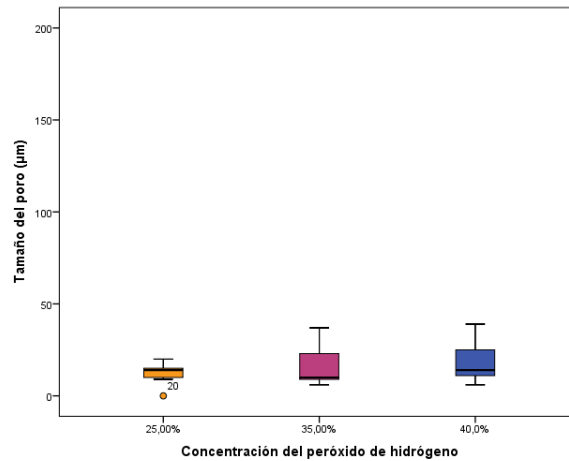
Se graficaron los valores medios del tamaño de poro según concentraciones del Peróxido de hidrógeno sin saliva artificial, donde el tamaño del poro se midió en micras en una escala de 0 a 300. Se compararon las concentraciones del 40% de PH con 25% (p=0,046) y 35% (p=0,070) y control (p=0,569). (Figura 7).

Figura 7. Valores medios del tamaño de poro según concentraciones del Peróxido de hidrógeno sin saliva artificial



Por otra parte se pueden observar los valores medios del tamaño de poro según las concentraciones del Peróxido de hidrógeno con saliva artificial, donde se demuestra la diferencia estadísticamente significativa al comparar las concentraciones del 40% de PH con 25% y 35%. Midiendo el tamaño del poro en micras en una escala entre 0 y 200. (Figura 8)

Figura 8. Valores medios del tamaño de poro según concentraciones del Peróxido de hidrógeno con saliva artificial



En las figuras 9,10 y 11 se observan fotografías de microscopio electrónico de barrido a una magnificación de 300 micras de superficies dentales a la que se le aplicó PH al 40% y se observó inmediatamente; con PH al 40% observado a los 15 días y sumergidos en saliva artificial y del grupo control respectivamente. Donde se demuestra el tamaño del poro en cada una de los momentos de observación, donde el poro es de mayor tamaño en la imagen de PH al 40% observado inmediatamente y sin saliva artificial.

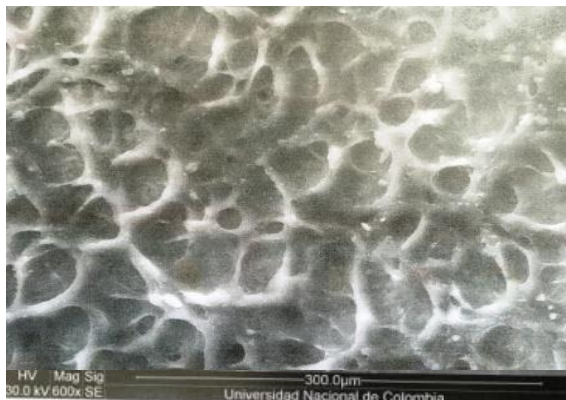


Figura 9. Imagen de microscopía electrónica de barrido de aclaramiento con PH al 40% sin saliva artificial.

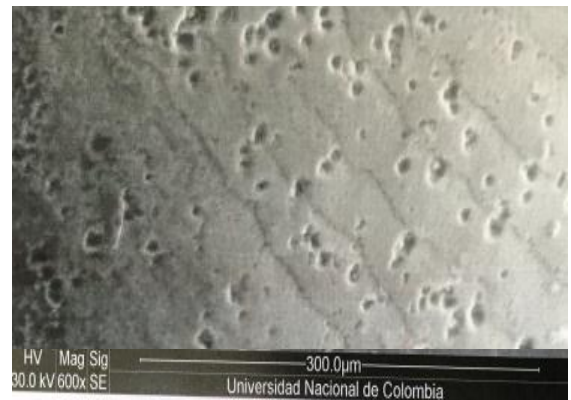


Figura 10. Imagen de microscopía electrónica de barrido de aclaramiento con PH al 40% con saliva artificial.



Figura 11. Imagen de microscopía electrónica de barrido grupo control

4.- DISCUSIÓN.

La observación de la superficie del esmalte con el microscopio electrónico presenta variaciones de ésta por el efecto del peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones. Se obtiene mayor tamaño de porosidades cuando la muestra es observada inmediatamente a la aplicación de peróxido de hidrogeno y menor tamaño de porosidades cuando la observación se realizó 15 días después a la aplicación de peróxido de hidrogeno y sumergido en saliva artificial. Por otra parte el grupo con aplicación de peróxido de hidrogeno al 40% presento porosidades de mayor rango en comparación con los otros grupos de estudio a concentraciones menores de peróxido de hidrógeno. Lo encontrado en este estudio coincide con lo reportado en el estudio de Spalding y col en 2003, en su investigación de aplicación de PH al 50% en donde ésta concentración generó mayores porosidades debido a la remoción de la capa superficial del esmalte; es decir, la remoción de precipitadores orgánicos, matriz orgánica y superficie mineral del esmalte.¹¹ Según Shi X y col en 2012, el factor predisponente del cambio en la superficie del esmalte depende de los componentes y la concentración del tipo de aclaramiento, èsto obedece a los resultados obtenidos en este estudio. Y se sugiere que la degradación que ocurre en el esmalte con la aplicación de PH a concentración igual o mayor al 40% ocurre entre las primeras cuatro horas debido a los radicales libres que rompen los anillos de carbono de alto peso molecular dentro de las moléculas pequeñas.¹⁰ Meneses y col en 2013, en su estudio

muestra una modificación de la superficie del esmalte con el uso de PH ya que se aprecia que son más claros los prismas de esmalte y además se multiplican las zonas porosas, erosiones e irregularidades.¹ En el estudio de Ito Y and Momoi Y en 2011, utilizaron aclaramientos de PH al 35% y encontraron un aumento significativo de la porosidad, lo cual se asocia al aumento del pH, el más alcalino 30% H₂O NaHCO₃ (pH 6.1) es el causante de la erosión superficial menos pronunciada que la más ácida al 35% de PH.²²

En los pacientes con secreción salival normal se asume que el aclaramiento dental no produce efectos adversos en la estructura de los dientes, ya que ésta proporciona un efecto remineralizante por ser una solución amortiguadora. En el presente estudio se utilizó saliva artificial, la cual tenía una composición similar a la saliva natural compuesta por iones de calcio y fosfato. Razón por la cual, se explica la presencia de porosidades de menor tamaño.

Rodríguez A y col en 2011, demuestran en su estudio resultados con diferencia significativa después de la inmersión en saliva artificial resultando en una reducción de los poros similares a las obtenidas en el periodo inicial, utilizando PH al 38%. Por otro lado los efectos del fosfato de calcio amorfo (ACP) que contienen algunos agentes de aclaramiento asociados con una baja concentración de peróxido de hidrógeno producen una superficie menos porosa que una misma concentración de PH sin el fosfato de calcio amorfo. Una explicación para esto puede estar relacionada al hecho de la precipitación dentro

del defecto de la superficie del esmalte, donde el ACP rellena el defecto. La reducción de las porosidades ocurre solamente después que la muestra fue mantenida en saliva artificial por siete días.¹⁸

Existen cambios constantes después de la aplicación del aclaramiento dental, esto se debe atribuir a la presencia de la saliva, en la que se mantiene un balance entre la desmineralización y la remineralización según lo dicho por Sasaki y col en 2009²⁴

Según Carpena G y col 2002, el uso de PH resulta en una disminución en la microdureza del esmalte y causa algunas zonas de erosión leve, estas podían verse en el análisis al microscopio, sin embargo, el efecto no exhibió la misma intensidad en todos los especímenes. Aunque estas alteraciones se consideran visualmente imperceptibles es discutible su relevancia clínica, ya que parece importante la selección de los diversos materiales disponibles para los tratamientos estéticos odontológicos.¹⁹

Minoux M y Serfaty R en 2008, reportan alteraciones en la superficie del esmalte y la dentina después de la aplicación de agentes aclarante han sido estudiadas en las últimas décadas mediante estudios in vitro, donde se han evaluado los cambios morfológicos y los cambios en la microrureza de las superficies como principales aspectos importantes además de los cambios en las tonalidades de color de los dientes. Sugieren que el peróxido de hidrogeno además de alterar las moléculas pigmentadas, se ha demostrado que los radicales

libres también pueden alterar los lípidos y proteínas que son componentes orgánicos de los tejidos dentales duros pero en la revisión realizada por estos autores encuentran que en cuanto a la microdureza de la superficie los estudios mostraron poco o ningún cambio en el esmalte al colocar la sustancia aclaradora.³⁹

Li Y y Greenwall L. en 2013, encontraron que en la mayoría de los casos cuando se observan las alteraciones en la morfología de la superficie del esmalte, estas varían por la utilización de diferentes productos y se asociaron con los productos que utilizan pre-enjuague o geles de bajo pH ácido.⁴⁰

Tredwin, C.J y col en 2006, encuentran Alteraciones significativas en la topografía de la superficie del esmalte después del uso de aclaramiento dental usando altas concentraciones de peróxido de carbamida pudiendo dañar la integridad de la superficie del esmalte y como resultado de este aumento de la rugosidad de la superficie es posible que los dientes pueden ser más susceptibles a la decoloración extrínseca después del blanqueo.⁴¹ Así mismo, en otra revisión realizada por Goldberg M, Grootveld M y Lynch E. en 2010, señalan que peróxido de carbamida no producen modificaciones en la morfología de la superficie y otros grupos de estudios encontraron que los agentes blanqueadores crean cierta porosidad del esmalte, llegando a la conclusión de que El aclaramiento dental provoca pequeños defectos en la superficie y subsuperficie de esmalte y que los efectos sobre la pulpa son más controvertidos y pueden ser inconsistentes. Sin

embargo, el tratamiento repetitivo con peróxidos puede no ser seguro.⁴² Por último, Li Y en 2011, propone que La eficacia de los productos aclarante que contienen peróxido se ha debatido. En general, los datos acumulados durante las últimas 2 décadas también sugieren que el aclaramiento dental es un procedimiento relativamente seguro. Sin embargo, propone que los dientes con caries, con dentina expuesta, en las proximidades de cuernos pulpares, o si se sospecha que tienen grietas son potencialmente en riesgo de desarrollar la sensibilidad severa y por lo tanto no son recomendables para el aclaramiento dental.^{41 43}

5.- CONCLUSIÓN

El peróxido de hidrogeno al 25, 35 y 40% evaluado en este estudio y observado en diferentes tiempos de observación sobre la superficie del esmalte muestra cambios en la misma, incrementando el tamaño del poro cuando se aumenta la concentración del PH, así mismo, al sumergirlos en saliva artificial los poros disminuyen de tamaño, llegando a la conclusión que el aclaramiento dental a diferentes concentraciones causa cambios en la superficie del esmalte los cuales no son perceptibles ópticamente. Por otra parte la saliva artificial juega un papel indispensable en la remineralización del esmalte dental por el efecto que ejercen los iones de calcio y fosfato.

6.- RECOMENDACIONES.

En estudios *in vitro* se recomienda que posterior a la aplicación de peróxido de hidrógeno la muestra sea sumergida en saliva artificial durante un tiempo más prolongado y compararlos con otras sustancias remineralizadoras, así como también, hacer mediciones de la microdureza del esmalte antes y después de aplicar agentes de aclaramiento dental. Por otra parte en la actividad clínica se recomienda utilizar agentes de aclaramiento de concentraciones menores al 40%.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Meneses C, Llamosas E, Quintanar R. Análisis morfológico y químico mediante microscopia electrónica del esmalte de dientes sometidos a blanqueamiento. *Revista ADM*. 2013; 70: 146-150
2. Cavallia V, Giannini M, Carvalho R. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. *Dental Materials*. 2004; 20: 733–739.
3. Zantnera C., Beheim-Schwarzbach N, Neumann K, Kielbassa A. Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dental materials*. 2007;23: 243–250.
4. Mielczareka A, Klukowska M, Ganowicza M, Kwiatkowska A, Kwaśnyc M. The effect of strip, tray and office peroxide bleaching systems on enamel surfaces in vitro. *Dental materials*. 2008; 24: 1495–1500.
5. Gotz H, Duschner a H, White b, Klukowska M, Effects of elevated hydrogen peroxide ‘strip’ bleaching on surface and subsurface enamel including subsurface histomorphology, micro-chemical composition and fluorescence changes. *Journal of dentistry*. 2007; 30: 457 – 466.
6. Sa Y, Chen D, Liu B, Wena W, Xua M, Jiang a, Wang Y. Effects of two in-office bleaching agents with different Ph values on enamel surface structure and color: An in situ vs in vitro study. *Journal of Dentistry* 40s. 2012; e 26 – e 34.

7. Gómez M, Campos A. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. Buenos Aires; Editorial; Panamericana, Tercera edición. 2009. 155-183
8. Avery J, Chiego D. Principios de la histología y embriología bucal. Madrid; Editorial; Mosby, Cuarta edición. 2007. 210-238
9. Young N, Fairley P, Mohan V, Jumeaux C. A study of hydrogen peroxide chemistry and photochemistry in tea stain with relevance to clinical tooth whitening. *Journal of Dentistry*. 2012; 40: e11-e16
10. Shi X, Ma H, Zhou J, Li W. The effect of cold-light activated bleaching treatment on enamel surfaces in vitro. *International Journal of Oral Science*. 2012; 4: 208 – 2013.
11. Spalding M, Assis L, Assis G. Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva and with 10% carbamide peroxide. *Journal of esthetic and restorative dentistry*. 2003; 15: 154-165.
12. Walsh L. Safety issues relating to the use of hydrogen peroxide in dentistry. *Australian Dental Journal*. 2000; 45: 257-269.
13. Sulieman M, Addy M, Macdonald, J.S. Rees. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *Journal of Dentistry*. (2004); 32: 581–590.

14. Sun L, Liang S, Sa Y, Wang Z, Ma X, Jiang T, Wang Y. Of human tooth enamel subjected to acidic an neutral 30% hydrogen peroxide. *Journal of dentistry*. 2011; 39: 686-692.
15. Azrak B, Callaway A, Kurth P, Willershausen B. Influence of bleaching agent on surface roughness of sound or eroded dental enamel specimens. *Journal compilation*. 2010; 22: 391-401.
16. Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: Biologic adverse effects- A review. *Quintessence Int*. 2008; 39:645–659.
17. Fonseca A. da Silva F. Freitas M. Muniz A. Baggio F. Marchi G. Effect of Bleaching Treatment and Reduced Application Time of an Antioxidant on Bond Strength to Bleached Enamel and Subjacent Dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2011; 13: 6-15.
18. Rodriguez D, Tetsuo R, Botelho F, Martao F, Tarkany R. Effect of home use in office bleaching agents containing hydrogen peroxide asociated with amorphous calcium phosphate on enamel microhardness and surface roughness. *Journal of Esthetic and Restaurative Dentstry*. 2011; 23: 156-168.
19. Carpena G, Bonisconi L, Baratieri L, Vieira L, Monteiro S. Effect of Bleaching Agents on the Hardness and Morphology of Enamel. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2002; 14: 110-109

20. Sa Y, Chen D, Liu Y, Wen W, Xu M, Jiang T, Wang Y. Effects of two in – office bleaching agents with different pH values on enamel surfaces structure and color: an insitus Vs in vitro study Journal of Ddentistry. 2012; 40: e26-e34.
21. Elfallah H, Swain M. A review of the effect of vital teeth bleaching on the mechanical properties of tooth enamel. New Zealand Dental Journal. 2013; 1: 1-11.
22. Ito Y, Momoi Y. Bleaching using 30% hydrogen peroxide and sodium hydrogen carbonate. Dental Materials Journal. 2011; 30: 193-198.
23. Faraoni J, Gonçalves A, Pedroso C, Campos M. Bleaching Agents with Varying Concentrations of Carbamide and/or Hydrogen Peroxides: Effect on Dental Microhardness and Roughness. Journal Compilation. 2008; 20: 106-118.
24. Sasaki R, Arcanjo A, Basting R. Micromorphology and microhardnees of enamel after treatment with home – use bleaching angents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. Journal of applied oral science. 2009; 17: 611-616.
25. Ubaldini A, Baesso M, Medina A, Sato F, Bento A, Pascotto R. Hydrogen Peroxide Diffusion Dynamics in Dental Tissues. J Dent Res. 2013; 92:661-665.
26. Torres C, Sousa C, Borges A, Huhtala M, Caneppele T. Influence of concentration an activation on hidrogen peroxide diffusion trthrough dental tissues in vitro. Dscientific World Journal. 2013; 8: 1 - 5.

27. Caneppele T, Borges A, Torres C. Effects of dental bleaching on the color, translucency and fluorescence properties of enamel and dentin. *The European Journal of Esthetic Dentistry*. 2009; 8:2-15.
28. Gomes C, Wiegand A, Sener B, Attin T. Influence of chemical activation of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on its penetration and Efficacy—In vitro study. *Journal of Dentistry*. 2010; 38:838–846.
29. Gopinath S, James V, Vidhya S, Karthikeyan K, Kavitha S, Mahalaxmi S. Effect of bleaching with two different concentrations of hydrogen peroxide containing sweet potato extract as an additive on human enamel: An in vitro spectrophotometric and scanning electron microscopy analysis. *Journal of Conservative Dentistry*. 2013; 16: 405-412.
30. Zalkind M, Arwaz J, Golmand A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: scanning electron microscopy study. *Endodontics & Dental Traumatology*. 1996; 12: 82 – 88.
31. Horning D, Mongruel G, Bittencourt B, Ruiz L, Reis A, Mongruel O. Evaluation of human enamel permeability exposed to bleaching agents. *Braz J Oral Sci*. 2013; 12:114-118.
32. Meira A, Gama A, Castillo B, De Oliveira J, Alves J, Tavares C, Souza A. Enamel properties after tooth bleaching with hydrogen/carbamide peroxides in association with a CPP-ACP paste. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2012; 70: 337–343.

33. Ralph L, Tkixfira E, Gari G, kittl A. Effect on EtfaiiieI icrohardsness of Two Consumer-Available Bleaching Solutions When C-onipaie<l with a Dentist-Prescribed, tiome-A)hed Bleaching Solution and a Control. J Esther Restor Dent. 2005; 17:343-350.
34. El murr J, Ruel D, St – Georges A. Effects of external bleaching on restorative materials: a review. Journal of de Canadian. 2011; 77: 59 – 64.
35. Faraoni J, Gonçalves A, Turssi C, Campos M. Bleaching Agents with Varying Concentrations of Carbamide and/or Hydrogen Peroxides: Effect onDental Microhardness and Roughness. J Esthet Restor Dent. 2008; 20: 395–404.
36. Hannig C, Weinhold H, Becker K, Attin T. Diffusion of peroxides through dentine in vitro with and without prior use of a desensitizing varnish. Clinic Oral Investigation. 2011; 15:863–868.
37. Soares D, Basso F, Pontes E, Garcia L, Hebling J, Souza C. Effective tooth-bleaching protocols capable of reducing H₂O₂ diffusion through enamel and dentine. Journal of dentistry. 2013; 30: e1 – e8.
38. Lewin P. Palaeo - electron microscopy of mummified tissue.Nature. Depto. Anatomía Patológica. Hospital Clínico y Facultad de Medicina. 1967; 213: 416-417.
39. Minoux M, Serfaty R. Biologic adverse effects: A review. Quintessence Int. 2008; 39:645–659.

40. Li y and Greenwall I, safety issues of tooth whitening using peroxide-based materials. *British Dental Journal*. 2013; 215: 22- 31.
41. Tredwin C, Naik S, Lewis N.J Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: Review of adverse effects and safety issues. *British Dental Journal*. 2006; 200:71-85.
42. Goldberg M, Grootveld M, Lynch E. Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review, *Clin Oral Invest*. 2010; 14:1–10
43. Li Y. Safety Controversies in Tooth Bleaching. *Dent Clin N Am*. 2011; 55: 255–263.