



FACULTAD DE POSGRADOS

DIFERENCIAS EN LA CANTIDAD DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO QUE
PENETRA A LA CÁMARA PULPAR DE INCISIVOS CENTRALES,
LATERALES Y CANINOS DESPUÉS DE REALIZAR
BLANQUEAMIENTO EN CONSULTORIO

Autora:

Sandra Elizabeth Sánchez Burbano

Año
2020



FACULTAD DE POSGRADOS

DIFERENCIA EN LA CANTIDAD DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO QUE
PENETRA A LA CÁMARA PULPAR DE INCISIVOS CENTRALES,
LATERALES Y CANINOS DESPUÉS DE REALIZAR BLANQUEAMIENTO EN
CONSULTORIO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Especialista Médico en
Rehabilitación Oral

Profesor Guía

Msc PhD Alexandra Patricia Mena Serrano

Autora

Sandra Elizabeth Sánchez Burbano

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

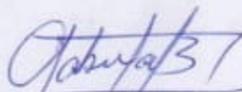
Declaro haber dirigido este trabajo: Diferencia en la cantidad de peróxido de hidrógeno que penetra a la cámara pulpar de incisivos centrales, laterales y caninos después de realizar blanqueamiento en consultorio, a través de reuniones periódicas con la estudiante Sandra Elizabeth Sánchez Burbano orientando sus conocimientos para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación



Dra. Alexandra Mena Serrano
Msc PhD Odontología Restauradora
C.C.1713167896

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

Declaro haber corregido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante Sandra Elizabeth Sánchez Burbano, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de Titulación.



Dra. Gabriela Fernanda Balarezo Lasluisa
Rehabilitadora Oral
C.C.1718904848

DECLARACIÓN DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de los autores vigentes.



Sandra Elizabeth Sánchez Burbano
C.C.0401454798

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de crecer en el campo profesional, a mi familia por apoyarme siempre en todo lo que hago, y a mi tutora Dra. Msc Phd Alexandra Mena Serrano, quien ha sido mi guía y mi apoyo en todo este proceso.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por todo lo que me da cada día, y a mi familia por su apoyo incondicional.

RESUMEN

La sensibilidad dental es uno de los efectos adversos del tratamiento aclarador, síntoma que podría estar relacionado con la capacidad de penetración del peróxido de hidrógeno a la cámara pulpar y con el grosor del esmalte y dentina. Objetivo: determinar la diferencia en la cantidad de peróxido de hidrógeno que penetra a la cámara pulpar de incisivos centrales, laterales y caninos después de realizar blanqueamiento en consultorio. Materiales y método: se utilizaron 10 incisivos centrales superiores, 10 incisivos laterales superiores, 10 caninos superiores. Cada grupo dental incluyó su respectivo grupo control, sin blanqueamiento (n=3). Se registró el color dental antes y después del blanqueamiento con el espectrofotómetro Vita EasyShade V. Se cortaron las raíces 3mm apical a la unión cemento esmalte, se eliminó el tejido de la pulpa, se realizó blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 35% aplicado 3 veces de 15 min en una única sesión. La solución tampón de acetato, que permaneció en la cámara de la pulpa durante el blanqueamiento, fue transferida a un tubo de vidrio para luego recibir la enzima peroxidasa de rábano picante y leucocristal violeta. La solución morada resultante se evaluó mediante UV/VIS a 596nm. Resultados: Se observó que ocurre permeabilidad de peróxido de hidrógeno después del blanqueamiento en los tres tipos dentales evaluados en los cuales los caninos superiores son el grupo que presenta menor cantidad de PH en el interior de la cámara pulpar (0.318 ± 0.083), mientras que los incisivos laterales son los que presentan mayor cantidad de PH. (0.471 ± 0.058) y los incisivos centrales menos que los laterales (0.403 ± 0.092). Conclusiones: ocurre mayor penetración de PH en los incisivos laterales mientras que en los caninos hay menor cantidad. No existió diferencia significativa en el cambio de color de los tipos dentales después de 7 y 14 días del blanqueamiento en consultorio.

Palabras clave: Blanqueamiento, permeabilidad, cámara pulpar.

ABSTRACT

Tooth sensitivity is one of the adverse effects of whitening treatment, a symptom that could be related to the ability of hydrogen peroxide (HP) to penetrate into the pulp chamber and to the enamel and dentine thickness. Objective: to determine the difference in the amount of hydrogen peroxide that penetrates the pulp chamber of central incisors, lateral and canine incisors after whitening in the office. Method: 10 upper central incisors, 10 upper lateral incisors, 10 upper canines were used. Each dental group included their own control group, no whitening (n=3). Dental color was recorded before and after whitening with the Vita Easyshade V spectrophotometer. The roots were sectioned 3mm apical to the enamel cement joint, the pulp tissue was removed, bleaching was carried out with 35% hydrogen peroxide applied 3 times of 15 minutes in a single session. The acetate buffer solution, which remained in the pulp chamber during whitening, was transferred to a glass tube and then received the enzyme horseradish peroxidase and violet leukocrystal. The resulting purple solution was evaluated by UV/VIS at 596nm. Results: Hydrogen peroxide permeability was observed after whitening in the three dental types evaluated in which the upper canines had the least amount of HP inside the pulp chamber (0.318 ± 0.083), while lateral incisors had the highest amount of HP (0.471 ± 0.058) and the central incisors less than the lateral teeth (0.403 ± 0.092). Conclusions: there is more HP penetration in the lateral incisors while canines present less amount of HP. No significant difference was observed in the color change between dental groups after 7 or 14 days of the in office tooth whitening.

Key Words: Whitening, permeability, pulp chamber.

INDICE

1. CAPITULO I. EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Justificación	2
1.3. Objetivos de investigación	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Hipótesis.....	3
2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Racionalización de la forma de los dientes anteriores	3
2.2 Dimensiones relativas de los dientes	4
2.3 Rasgos básicos de la forma de los dientes características.....	5
2.3.1 Incisivos centrales.....	5
2.3.2 Incisivos laterales.....	5
2.3.3 Caninos.....	5
2.4 Esmalte	6
2.4.1 Propiedades físicas.....	6
2.4.1.1 Dureza	6
2.4.1.2 Elasticidad	7
2.4.1.3 Permeabilidad.....	7
2.4.1.4 Color y transparencia.....	7
2.4.2 Composición química del esmalte	7
2.4.3 Estructura histológica del esmalte	8
2.4.3.1 Esmalte prismático	8
2.4.3.2 Esmalte Aprismatico.....	8
2.4.4 Envejecimiento del esmalte	9
2.5 Dentina.....	9
2.5.1 Propiedades físicas.....	10
2.5.1.1 Dureza	10

2.5.1.2 Color y translucidez	10
2.5.1.3 Elasticidad	10
2.5.1.4 Permeabilidad.....	11
2.6 Blanqueamiento dental	11
2.7 Antecedentes (Historia)	11
2.8 Agentes Blanqueadores	12
2.9 Técnicas de Blanqueamiento	13
2.9.1 Blanqueamiento casero o ambulatorio.....	13
2.9.1.1 Ventajas.....	14
2.9.1.2 Desventajas.....	14
2.9.2 Blanqueamiento en el consultorio	14
2.9.2.1 Ventajas.....	15
2.9.2.2 Desventajas.....	15
2.9.3 Técnica mixta.....	15
2.10 Efectos del uso de blanqueamiento dental	16
3. CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Tipo de estudio	19
3.2 Población de estudio y tamaño de la muestra.....	19
3.2.1 Criterios de exclusión.....	19
3.3 Delimitación de la investigación.....	22
3.4 Equipos, materiales e instrumento utilizados	22
3.4.1 Materiales (Figura 4).....	22
3.4.2 Reactivos (Figura 5).....	22
3.4.2.1 Preparación de reactivos	24
3.4.2.1.1 Ácido Sulfúrico 1.0 mol/L:.....	24
3.4.2.1.2 Permanganato de Potasio 0.5 N.....	24
3.4.2.1.3 Leucocristal Violeta	24
3.4.2.1.4 Tampón Acetato de Sodio	24
3.4.2.1.5 Curva de calibración peróxido de hidrógeno	24
3.4.3 Equipos.....	25

3.4.4 Procedimiento.....	25
3.4.4.1 Estandarización peróxido de hidrógeno	25
3.4.4.2 Curva de calibración de peróxido de hidrógeno y determinación de concentración en cavidad dental.....	26
3.4.5 Cálculos.....	26
3.4.6 Preparación de las muestras	27
3.4.7 Manejo experimental de grupos.....	30
4. CAPITULO IV. ANÁLISIS ESTADISTICO	33
4.1 Resultados.....	33
4.2 Discusión.....	35
5. CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1 Conclusiones.....	38
5.2 Recomendaciones	38
REFERENCIAS	39
ANEXOS	49

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Incisivos centrales	20
<i>Figura 2.</i> Incisivos Laterales.....	20
<i>Figura 3.</i> Caninos	21
<i>Figura 4.</i> Materiales.....	23
<i>Figura 5.</i> Reactivos	23
<i>Figura 6.</i> Cálculos	27
<i>Figura 7.</i> La absorbancia del color violeta resultante en los tubos de ensayo se midió en un espectrofotómetro.	27
<i>Figura 8.</i> 7a Calibrador digital configurado para medir 3mm por encima del límite amelocementario de cada diente.....	28
<i>Figura 9.</i> 7b Se marca con lápiz a 3mm apical a la unión cemento esmalte. ...	28
<i>Figura 10.</i> 7c Se cortaron las raíces con un disco.....	29
<i>Figura 11.</i> 7d. Eliminación del tejido pulpar mediante limas.....	29
<i>Figura 12.</i> Se colocó barrera gingival (top dam blue) en cada una de las piezas dentales en su cara vestibular para evitar cualquier tipo de contaminación.	30
<i>Figura 13.</i> 9a Se Colocó la mezcla sobre la superficie dentaria mediante un brush tres aplicaciones por 15 minutos	31
<i>Figura 14.</i> 9b la cámara pulpar de cada diente se enjuga por cuatro ocasiones con 25 µl de tampón de acetato la cual.....	31
<i>Figura 15.</i> 9c El tampón de acetato se retiró de la cámara pulpar y se coloca en el mismo tubo de ensayo, se agrega más agua (2.750 µl) junto con 50 µl de 1mg/ ml enzima peroxidasa de rábano picante y 100 µl de leucocristal violeta.	32
<i>Figura 16.</i> La absorbancia del color violeta resultante en los tubos de ensayo se midió en un espectrofotómetro.....	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	21
Tabla 2 Reactivos.....	22
Tabla 3 Curva de Calibración peróxido de hidrógeno	25
Tabla 4 Cálculos.....	26
Tabla 5 Promedio y desviación estándar de la concentración de peróxido de hidrógeno ($\mu\text{g/mL}$) dentro de la cámara pulpar de cada tipo dental.	34
Tabla 6 Promedio y desviación estándar del valor de $\square E$ para los tipos dentales evaluados en los diferentes periodos de tiempo.	34

1. CAPITULO I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad el blanqueamiento dental se ha convertido en un método eficaz que ayuda a corregir alteraciones de color y favorece en el campo de la estética odontológica (Lajnert et al, 2018, pp. 39-40). Actualmente es uno de los procedimientos más solicitados por los pacientes para mejorar su imagen, pero es de suma importancia que sea supervisado por profesionales de la salud dental según lo recomendado por la (ADA), para lograr un resultado de blanqueamiento exitoso y seguro (Ran y Wertz, 2015, p. 240).

Varios estudios han demostrado que este tratamiento estético presenta efectos negativos en la estructura de los tejidos dentarios como aumento de la rugosidad debido a un incremento de la profundidad de las grietas o irregularidades presentes en la superficie del esmalte, degradación de la matriz orgánica, reducción de la microdureza, desmineralización, cambios en la composición química, y por ende incremento de la permeabilidad que se dan en las diferentes estructuras dentarias esmalte, dentina y pulpa (Cavalli et al. 2004, p. 156-157; Grazioli et al. 2018, p.157; Soares et al. 2015; Llana et al. 2018; Soares et al., 2013). También señalan que debido a la pérdida de microdureza y mineral puede llegar a ser más susceptible a la erosión ácida, que se define como la pérdida de la superficie del esmalte debido a la exposición de productos químicos ácidos no bacterianos, en el cual se hizo más pronunciado al utilizar geles blanqueadores. En la dentina también se producen efectos adversos, aunque existen pocos estudios acerca de la influencia del agente blanqueador sobre este, se ha demostrado que este tejido al tener contacto con el agente blanqueador disminuye la microdureza dando paso a diferentes alteraciones, entre la más común la sensibilidad. (Alqahtani, 2014, p. 39).

El efecto adverso que incomoda a los pacientes es la sensibilidad dental, el peróxido de hidrógeno penetra el esmalte y la dentina llegando a la cámara

pulpar después de la aplicación del gel blanqueador. El peróxido de hidrógeno y sus subproductos pueden causar estrés oxidativo en las células de la pulpa y la promoción de la liberación de mediadores inflamatorios causando así el dolor pos blanqueamiento (Acuña et al, 2018; Roderjan et al 2015).

En algunos estudios aleatorios realizados pudieron detectar que la hipersensibilidad dental después de realizar blanqueamiento varía de acuerdo al espesor de los dientes Oliveira et al. (2017). Los cuales en su investigación usaron discos esmalte/dentina de 4 mm y de 2,8 mm los cuales representaron a las piezas dentales premolares e incisivos centrales inferiores concluyendo que existió mayor penetración de peróxido de hidrógeno en los discos de los premolares (4mm) que en los incisivos centrales inferiores de 2,8mm. Rodrigues et al. (2009) evaluaron la permeabilidad del peróxido de hidrógeno con la pigmentación con cobre en las piezas anteriores, primer y segundo premolar, llegando a la conclusión que el segundo premolar tiene menor penetración del agente blanqueador que los dientes anteriores, después de realizar blanqueamiento al 38%.

1.2 Justificación

El presente estudio tiene interés de cuantificar el peróxido de hidrógeno que penetra al interior de la cámara pulpar de caninos, incisivos centrales y laterales, para fortalecer la información existente en otras investigaciones que han demostrado la influencia del tamaño dental en las alteraciones pulpares pos blanqueamiento.

Ya que el blanqueamiento dental es de uso popular, conocer a profundidad los efectos secundarios de este procedimiento es fundamental para crear alertas y buscar alternativas de aplicaciones para estos agentes.

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

- Determinar la diferencia en la cantidad de peróxido de hidrógeno que penetra a la cámara pulpar de incisivos centrales, laterales y caninos después de realizar blanqueamiento en consultorio.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diferenciar la cantidad de peróxido de hidrógeno que penetra a la cámara pulpar en incisivos centrales, laterales y caninos después de realizar blanqueamiento en consultorio.
- Medir el cambio de color en las piezas dentales analizadas en este estudio.

1.4 Hipótesis

- Penetrará mayor cantidad de peróxido de hidrógeno a la cámara pulpar de incisivos laterales que centrales y caninos.

2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Racionalización de la forma de los dientes anteriores

Los incisivos presentan un contraste en su forma anatómica entre las formas palatinas y vestibular, cara vestibular presenta contornos suaves y convexos a diferencia de las caras palatinas muestran una concavidad que se extiende en forma axial desde el cingulo al borde incisal y lateralmente entre dos crestas marginales. Su cara incisal se presenta en forma de cuchilla, pero en algunos pacientes se muestra en forma de lóbulos verticales los cuales emergen, interrumpiendo la concavidad de su cara palatina (Magne y Belser, 2004). La

porción de la corona en la que la capa de esmalte es más delgada, el tercio cervical, es también el área de máximo grosor de la dentina. Inversamente, el mayor grosor del esmalte de la zona incisal está soportado por una fina pared dentinaria. Los caninos muestran una morfología diferente. El cingulo es amplio y las crestas marginales están muy desarrolladas. Todos estos elementos convexos confluyen y no hay fosa palatina (Magne y Belser, 2004).

2.2 Dimensiones relativas de los dientes

Debido a muchos aspectos como son el desgaste incisal, proximal de los dientes no se ha podido establecer una adecuada y general dimensión de los mismos, por esto se propusieron teoremas matemáticos para determinar las distancias ideales anchura-altura coronaria de cada piezas como "la proporción Áurea" y el "porcentaje dorado", teniendo en cuenta que el ancho de un diente se debe mucho también a la forma, ángulos interincisivos abiertos característicos entre los centrales, laterales y caninos (Díaz et al., 2017)

Según varios autores entre ellos Sterret encontraron estos resultados.

- Las coronas de incisivos y caninos tienen la misma relación anchura / longitud (entre un 77-86%).
- Los incisivos centrales son de 2 a 3 mm. más anchos que los incisivos laterales
- Los incisivos centrales son de 1 a 1.5 mm más anchos que los caninos.
- Los caninos son de 1 a 1.5 mm más anchos que los incisivos laterales.
- Los incisivos centrales y los caninos tienen una altura de corona similar (varía sólo en 0.5 mm), que será, de media, unos 1-1.5 mm más larga que la corona de los incisivos laterales (Orozco, et al., 2015; Magne y Belser, 2004).

Un estudio donde los datos obtenidos de la población estudiada son similares a los de estudios de investigación previos con metodología similar, mencionaron

que el valor de anchura media fue de 8,71 mm para los incisivos centrales, 6,75 mm para incisivos laterales, y 7,81 mm para los caninos. La longitud media fue de 10,23 mm para incisivos centrales, 8,59 mm para incisivos laterales, y 9,93 mm para los caninos, la relación media anchura / longitud era de 85% para los incisivos centrales y 79% para los incisivos laterales y caninos (Orozco, et al., 2015).

2.3 Rasgos básicos de la forma de los dientes características

2.3.1 Incisivos centrales

En cuanto al tamaño son mayores que los laterales, en cuanto a la forma tiene mucha relación con las líneas de transición (rebordes intermaxilares), el borde mesial puede ser recto o convexo, con su ángulo más redondeado que el del lateral, su borde distal es más convexo, en cuanto al borde incisal suele ser irregular, el cual se lo denota más recto según el desgaste que presente la pieza lo que se ve en el envejecimiento ocasionando una disminución del esmalte incisal (Magne y Belser, 2004; Magne et al. 2003).

2.3.2 Incisivos laterales

Los incisivos laterales son muy similares a los centrales en cuanto a forma y en cuanto a función pero tiene una gran diferencia de tamaño, ya que estos son más pequeños, y que su ángulo mesio-incisal es más redondeado, teniendo en cuanto que son los dientes con más variaciones en cuanto a forma (Magne y Belser, 2004; Magne et al. 2003).

2.3.3 Caninos

Los caninos superiores son los dientes más gruesos con una forma de cuña lo que interfiere mucho en la resistencia a fuerzas no axiales son más voluminosos en sentido vestibulolingual a diferencia de los incisivos centrales y

laterales por la presencia de su cíngulo prominente, su contorno mesial es parecido al del incisivo lateral ligeramente convexo presentando un lóbulo mesial, en cuanto al contorno distal es ligeramente recto o cóncavo (Magne y Belser, 2004; Magne et al. 2003).

2.4 Esmalte

El esmalte es el tejido más duro del cuerpo humano llamado también tejido adamantino, formado por prismas que contienen alto mineral, se encuentra en la parte coronaria recubriendo a la dentina, en 0.5mm en su parte cervical en un 0.7mm en su parte media y en 1.5mm en su parte incisal sobre todo en dientes anteriores. La formación del esmalte es un proceso complejo llamado amelogénesis que se caracteriza por la producción de una matriz orgánica en la cual se encuentran sales minerales dentro de ella. (Gallon, et al., 2013).

El esmalte no involucra células y no es capaz de regenerarse bajo daño, sin embargo un intercambio de iones minerales tiene lugar permanentemente dentro del esmalte, estos iones se proporcionan a partir de los tejidos dentales subyacentes (dentina, pulpa) a partir de la saliva simultáneamente con la provisión de iones (remineralización) (Ippolitov y Seredin, 2014).

2.4.1 Propiedades físicas

2.4.1.1 Dureza

Este presenta una dureza de cinco en la escala de Mohs algunos estudios dicen que el esmalte tiene una dureza en dientes permanentes entre 3,1 y 4,7 GPa, el cual protege a la dentina y a la pulpa dentaria de agentes externos por su dureza y sobre todo por su comportamiento mecánico así como también con la mineralización, tamaño y cantidad de cristales en cada prisma, la dureza es de suma importancia ya que define la resistencia al desgaste (Eimar, et al, 2012).

2.4.1.2 Elasticidad

En el esmalte esta propiedad es baja ya que la elasticidad depende de la cantidad de agua y de la sustancia orgánica, siendo los valores de elasticidad (módulo elástico de Young capacidad elástica de un material o deformación que sufre al incidir sobre una fuerza son de 87.5 la tenacidad a la fractura en el esmalte dental varía entre 0,4 y 1,5 MPa es decir que posee características mecánicas relativamente altas, aunque tenga material inorgánico en un alto porcentaje. Refieren que el módulo de elasticidad reportada para el esmalte externo su valor es de 87 GPa, para el esmalte medio de 82 GPa, y para el esmalte interno su valor es de 75 (Rivera et al., 2012).

2.4.1.3 Permeabilidad

El esmalte actúa como una barrera semipermeable ya que su permeabilidad es baja, permitiendo la difusión de algunos iones que están en el medio bucal y el agua que actúa como agente transportador de iones en la matriz adamantina, algunos autores también describen que tiene una propiedad de captación de iones (remineralización) (Avery, y Chiego, 2007).

2.4.1.4 Color y transparencia

El color del esmalte es translúcido que se debe al grado de calcificación, es decir a mayor mineralización mayor translucidez, por otra parte el esmalte detona un color por la presencia de la dentina la cual presenta un color blanco amarillento, pero que a su vez en las zonas donde el esmalte tiene mayor espesor son de color grisáceas (Bhaskar, 1993).

2.4.2 Composición química del esmalte

El esmalte está constituido químicamente por una matriz orgánica (1-2%), una matriz inorgánica (95%) agua (4-5%). La matriz orgánica está constituida por

proteínas que constituyen un sistema de multiagregados polipeptídicos (Bing, 2011).

2.4.3 Estructura histológica del esmalte

Están dadas por los prismas del esmalte (unidad estructural básica), que son prismas estructuras compuestas por cristales de hidroxiapatita y las unidades estructurales secundarias que se dan por medio de las anteriores. El conjunto de prismas forman el esmalte prismático que forma la mayor parte de matriz extracelular, mientras que En la periferia de 1a corona y en la conexión amelodentinaria no configura prismas. (Gómez y Campos, 2002).

2.4.3.1 Esmalte prismático

El esmalte está formado por prismas que se extienden desde la unión amelodentinaria hasta el esmalte externo formado por cuatro ameloblastos, muestra un diseño hexagonal, el diámetro de los prismas esta de 4 a 10um La cabeza del prisma del esmalte, de 5um de amplitud, es la parte más ancha, mientras que la porción alargada más delgada, o cola, tiene alrededor de 1um de ancho, el número de prismas va de acuerdo a la corona entre 5 y 12 millones. (Avery y Chiego, 2007).

2.4.3.2 Esmalte Aprismatico

Es un material adamantino el cual carece de prismas tiene un espesor de 30um situado en la superficie del esmalte prismático, se encuentra presente en los dientes primarios, en un 70% de los dientes permanentes los cristales de hidroxiapatita se disponen paralelos entre sí y perpendiculares a la superficie externa, en cuanto a la formación de esmalte aprismático consiste en dos mecanismos, el primero en la ausencia o menor desarrollo de los procesos de tomes de los ameloblastos que se encargan de la formación de los prismas y la disposición cristalina, y el segundo mecanismo es una variedad del anterior y se denomina patrón de formación tipo R o Retzius (Avery, y Chiego, 2007).

2.4.4 Envejecimiento del esmalte

El esmalte dental al pasar el tiempo se vuelve más impermeable ya que va madurando por lo que la superficie externa se vuelve más impermeable. Todo esto se da por el intercambio de los procesos fisicoquímicos que presenta el esmalte con el medio bucal, lo que produce un cierre de manera progresiva de los espacios entre prismas, debido a la precipitación de sales minerales que están en la saliva, es decir que el esmalte ya no absorbe sales que suelen aumentar la resistencia a sustancias ácidas en la superficie dentaria, es por esto que sustancias como fluoruros se absorben mejor en niños y adolescentes (Yahyazadehfar et al., 2016).

2.5 Dentina

Llamada también sustancia ebúrnea, está en mayor proporción en las piezas dentarias la cual está rodeada en su parte coronal por el esmalte y en su parte radicular por cemento y conformando el complejo dentino pulpar en su interior, en cuanto a su espesor varía ya que en incisivos se promedia de 1mm a 1.5mm a diferencia de los caninos de 3mm, teniendo en cuenta que el mayor espesor está en su borde incisal y menor en la raíz, en la estructura de la dentina podemos observar dos componentes básicos la matriz mineralizada así como también los conductos o túbulos dentinarios los cuales se encuentran en todo su espesor y alojan a los procesos odontoblásticos. (Gómez y Campos, 2002). Químicamente la dentina está compuesta alrededor de un 50% de su volumen de contenido mineral (cristales de hidroxiapatita ricos en carbonatos y pobres en calcio), de un 30% de su volumen de matriz orgánica, en su mayor parte colágena tipo 1, y el 20% es fluido, similar al plasma sanguíneo, pero mucho menos definido (Fuentes, 2004).

2.5.1 Propiedades físicas

2.5.1.1 Dureza

De acuerdo a la dureza es menor que la del esmalte pero en cuanto al cemento y al hueso es mayor, la cual está dada por el grado de mineralización algunos estudios han determinado que la microdureza está entre los 0.57 y 1.13 GPa, por otra parte las proteínas y su comportamiento viscoelástico se consideran responsables de la dureza de los tejidos mineralizados, y la dentina presenta una importante contribución a las propiedades elásticas y el comportamiento viscoelástico. Otro hallazgo reciente sobre la durabilidad de la dentina es la importancia de la densidad de túbulos, una comparación de la resistencia al crecimiento de grietas de fatiga de la dentina coronal desde las regiones profundas, centrales y periféricas (Arola, et al., 2017).

2.5.1.2 Color y translucidez

El color por lo general es blanco amarillento, se da por varios factores como, el grado de mineralización, la edad la vitalidad pulpar y los pigmentos los que pueden ser endógenos y exógenos, teniendo en cuenta que el color de la dentina varía en cada persona. En cuanto a su translucidez es mucho menor que la del esmalte por su parte mineral, se descubrió que la dentina de los dientes anteriores era más ligera pero menos translúcida y menos cromática que en los molares (Pop et al., 2015)

2.5.1.3 Elasticidad

La elasticidad propia de la dentina tiene gran importancia funcional, ya que permite compensar la rigidez del esmalte, amortiguando los impactos masticatorios. La elasticidad dentinaria varía de acuerdo al porcentaje de sustancia orgánica y al agua que contiene. La microscopía de fuerzas atómicas ha demostrado que la dentina peritubular es mucho más rígida que la dentina

intertubular y su módulo es más uniforme, mientras que el módulo de la dentina intertubular varía en función de la distribución de la apatita en la matriz de colágeno (Fuentes, 2004)

2.5.1.4 Permeabilidad

La permeabilidad es mayor en la dentina que en el esmalte debido a la presencia de túbulos dentinario, se refiere al estado o calidad de estar abierto al paso, especialmente fluidos, iones, bacterias y partículas diminutas, en cuanto a física se refiere lo describe como la facilidad de paso y / o la velocidad de difusión a través de un cuerpo o tejido en condiciones estándar, algunos factores podrían afectar el paso, incluyendo el área expuesta, la estructura y la química del tejido involucrado, el grosor del tejido y la presión ejercida sobre el proceso , la permeabilidad es una de las propiedades más importantes ya que influye en la adhesión con diferentes biomateriales (Mjör, 2009).

2.6 Blanqueamiento dental

El blanqueamiento se ha convertido en uno de los procedimientos cosméticos más utilizados en la actualidad, ya que es un método conservador para el tratamiento de color de los dientes, que satisface las necesidades de un número creciente de pacientes que solicitan alta estética odontológica, además el blanqueamiento es uno de los tratamientos cosméticos más accesibles y con técnicas sencillas tanto para el paciente como para el profesional (Joiner y Luo, 2017)

2.7 Antecedentes (Historia)

En cuanto a su historia se sabe que las exigencias de la estética dental se dieron primero en EEUU que en Europa, ya que por accidente en los años ochenta se descubrió las propiedades de los blanqueadores de peróxido de

carbamida, los cuales se utilizaban en las intervenciones de cirugía maxilofacial con fijación intermaxilares como desinfectante ya que el uso de clorhexidina estaba prohibido por no estar aprobada por la Food and Drug Administration, observaron que los dientes estaban más blancos después de retirar la fijación (Brenna 2010).

Macintosh en 1779 hizo el intento de blanqueamiento con cloruro de cal, en 1868 Latimer con ácido oxálico en 1877 Chapple con ácido clorhídrico, tiempo más tarde en 1884 se usó por primera vez el peróxido de hidrógeno llamado dióxido de hidrogeno (Henostroza, 2006).

A finales de los ochenta el blanqueamiento dental se hizo popular en el año de 1989 Heymann y Heywood fue el primero en publicar el sistema de blanqueamiento domiciliario (home bleaching) o blanqueamiento vital protector nocturno, el cual consistió en la aplicación de un gel (peróxido de carbamida) usando una cubeta a la medida del paciente que usaría el paciente durante el periodo del sueño. Posteriormente, se han introducido muchos otros productos y técnicas de blanqueamiento se utiliza típicamente diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida, con o sin luz y en presencia de aislamiento dique de goma (Alqahtani, 2014, p34)

2.8 Agentes Blanqueadores

Los agentes blanqueadores actuales contienen ambos ingredientes activos e inactivos, los ingredientes activos incluyen peróxido de hidrógeno o compuestos de peróxido de carbamida, los inactivos pueden incluir agentes espesantes, portador, y dispersante de pigmento, conservante, aromatizante (Alqahtani, 2014)

Los agentes que se usan en el blanqueamiento dental en la actualidad son tres peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida y perborato de sodio, utilizando al peróxido de hidrogeno como agente activo (Hirata, 2014).

El perborato sódico $\text{NaBO}_2(\text{OH}_2)$ y el peróxido de hidrógeno liberan átomos de oxígeno, mientras que el peróxido de carbamida y sus derivados son considerados como un tipo de peróxido químicamente menos estable, ya que cuando se lo aplica y al tener contacto con el agua se disocia en 3-5% de agua oxigenada y a un 5-7% de urea. (Brenna, 2010). El mecanismo de blanqueamiento dental ocurre a través de una óxido reducción donde el peróxido de hidrógeno reduce los pigmentos orgánicos impregnados en el esmalte y la dentina, lo que permite su eliminación (Lunardi et al, 2014).

2.9 Técnicas de Blanqueamiento

Según Estrada en el (2017) Existen tres tipos de blanqueamiento dental.

- Blanqueamiento Casero o Ambulatorio
- Blanqueamiento en el Consultorio
- Técnica Mixta (Consultorio y casa)

2.9.1 Blanqueamiento casero o ambulatorio

Este tipo de blanqueamiento es uno de los tratamientos más económicos eficaces y sobre todo seguros, los productos se basan en peróxido de carbamida en concentraciones que van desde el 10% al 22%, y en cuanto al peróxido de hidrógeno del 1% al 10%, Henostroza, (2006). Esta técnica se basa en el uso de una cubeta plástica transparente preformada e individualizada para cada paciente, lo que facilita que el paciente sea quien se aplique el gel blanqueador en su propio domicilio, pero siempre teniendo en cuenta las indicaciones recomendaciones y precauciones del profesional, el cual se utiliza frecuentemente para el blanqueamiento de dientes vitales, así como también para piezas no vitales, en cuanto al tiempo que debe utilizarse las férulas cada día dependerá que se trate de peróxido de hidrógeno o de peróxido de carbamida y de su determinada concentración. (Estrada, 2017).

2.9.1.1 Ventajas

Según Brenna (2010)

- Procedimiento conocido
- Buenos Resultados
- Sustancias poco concentradas
- Pocos efectos secundarios
- Ocupación reducida de la unidad odontológica
- Metodología delegable.

2.9.1.2 Desventajas

- Necesidad de colaboración del paciente
- Costo de las férulas (cubetas)
- Mayor número de sesiones
- Tiempos medios largos.

2.9.2 Blanqueamiento en el consultorio

El blanqueamiento de consultorio es un tratamiento de elección efectivo sobre todo en casos fuertes como piezas totalmente pigmentadas los productos que se utilizan son de altas concentraciones a diferencia del blanqueamiento casero es del peróxido de hidrógeno al 35% o al 38%, el peróxido de carbamida al 30% o 44%, estos peróxidos pueden ser activados por luz, calor acción química o de forma dual. Henostroza, (2006). Aunque el uso de una fuente de luz para su aplicación es opcional, ya que no parece mejorar ni acelerar el efecto de blanqueamiento en el consultorio con niveles altos o bajos de peróxido de hidrógeno así lo refieren Maran et al. (2017). Según Estrada en el (2017) Mencionan que esta técnica está indicada preferentemente para pequeños grupos de dientes, o cuando el paciente desea reducir el tiempo de tratamiento. Epple et al. (2019) manifiestan que el blanqueamiento en el consultorio con peróxidos es efectivo, pero pueden producirse efectos secundarios como

sensibilidad dental o un daño de la matriz orgánica natural del esmalte y la dentina.

2.9.2.1 Ventajas

Según Brenna (2010)

- Resultados Óptimos
- No se requiere colaboración del paciente
- Procedimiento conocido
- Pocos efectos colaterales
- Tiempos cortos

2.9.2.2 Desventajas

- Puede resultar molesto
- Sustancias muy concentradas
- Metodología no delegable
- Ocupación de la unidad odontológica
- Aumento de costos por dispositivos como luz
- Aparición ocasional de hipersensibilidad

2.9.3 Técnica mixta

En la actualidad esta técnica se está usando con mayor frecuencia, consiste en realizar el blanqueamiento de consultorio con concentraciones altas de peróxido con o sin la ayuda de luz, luego se combina con la técnica ambulatoria para que el paciente use diariamente por un periodo determinado por el profesional, se la utiliza en los casos más resistentes al blanqueamiento, aunque es especialmente utilizado en casos donde se desee abreviar súbitamente el tiempo de tratamiento (Estrada, 2017).

Comparando los procedimientos de blanqueamiento en consultorio y ambulatorio, en algunas investigaciones observaron que los dos productos

daban buenos resultados en cuanto a color se refiere, llegando a la conclusión que no existe mayor diferencia entre un producto y otro. Pero en cuanto a la sensibilidad post tratamiento el procedimiento en consultorio registró una mayor sensibilidad en comparación con el blanqueamiento ambulatorio. (Mounika, et al 2018, Silveira et al., 2016: Costa et al., 2010: Dawson. et al., 2011: Giachetti et al., 2010: Basting et al., 2012).

2.10 Efectos del uso de blanqueamiento dental

La sensibilidad dental es el efecto secundario más común del tratamiento a menudo ocurre después del blanqueamiento dental ya que los pequeños agentes microscópicos (peróxido) causan pequeños defectos microscópicos y poros debajo de la superficie. Epple et al. (2019). Así también lo menciona Alqahtani, en el (2014) refiriendo que los agentes de clareamiento de mayor concentración pueden producir más radicales de peróxido para el blanqueo, lo que resulta en un proceso de blanqueamiento más rápido. Sin embargo, este rápido proceso de blanqueo puede aumentar los efectos secundarios de la sensibilidad dental, e irritación gingival. Además Kose et al. (2016) manifiestan que el tiempo de la aplicación también atribuye a una mayor sensibilidad, es decir que a mayor tiempo del agente blanqueador en la superficie del esmalte mayor sensibilidad.

El motivo de este síntoma puede atribuirse a la rápida difusión del peróxido de hidrógeno al interior de la cámara pulpar (Parreiras et al., 2014: Zhaoa et al., 2019: Balladares et al., 2019: Marson, et al., 2015: Mena et al., 2015: Soares., 2014: Kwon et al., 2018). La presencia de defectos superficiales microscópicos y poros en el esmalte pueden facilitar la entrada rápida del agente blanqueador hacia la pulpa (Mounika et al., 2018). Incluso, la presencia de restauraciones dentales con resina compuesta se relacionan con mayor penetración de H₂O₂ Cavalli et al. (2017). El peróxido de hidrógeno, al entrar en contacto con las células pulpares tiene un efecto citotóxico (Soares et al, 2019).

Algunos autores han investigado los efectos de blanqueo sobre la morfología de esmalte y la textura de la superficie, alteración morfológica de la superficie del esmalte, aumento de la porosidad en su superficie, desmineralización y la disminución de la concentración de proteínas, degradación de la matriz orgánica, apoyando así la hipótesis de que los agentes blanqueadores son químicamente componentes activos potencialmente capaces de inducir estas alteraciones, entre ellos (Alqahtani. 2014; Grazioli et al. 2018, p.157; Soares et al. 2015; Llena et al. 2018; Soares et al., 2013).

La literatura reporta que el tamaño de los dientes se relaciona con la cantidad de peróxido de hidrógeno en el interior de la cámara pulpar después del blanqueamiento, así lo menciona Oliveira et al. (2017) quienes indicaron que los discos de esmalte/dentina que remplazaron a premolares superiores con un grosor de 4 mm presentaron mayor difusión de peróxido de hidrógeno que los discos de menor grosor de 2,8 mm de incisivos centrales inferiores. También lo refieren Rodrigues et al. (2009) en su investigación donde evaluaron la permeabilidad del peróxido de hidrógeno con el método por pigmentación con cobre. Llegando a la conclusión que el segundo premolar presento menor permeabilidad en los tejidos dentarios después del clareamiento que en caninos, incisivos lateral e incisivo central.

Estos hallazgos motivan a la presente investigación a cuantificar el peróxido de hidrógeno que penetra a las piezas dentales de distintos tamaños y características (incisivos centrales, incisivos laterales y caninos superiores) después de realizar blanqueamiento en consultorio.

Baldea et al. (2016) señalan que los efectos secundarios de los agentes blanqueadores son las principales preocupaciones, es por esto que este estudio se centró en un grupo de materiales sugeridos como posibles candidatos para métodos de blanqueamiento menos agresivos, se trata de formulaciones de gel natural de fresa, membrillo pera y uvas llegando a la conclusión que estos productos mostraron un buen perfil de seguridad in vitro,

así como la eficiencia de blanqueo en materiales compuestos restauradores, estos datos abren nuevas posibilidades para el uso de nuevos productos naturales en los tratamientos blanqueadores dentales que pueden asegurar unos resultados estéticos significativos y menores efectos secundarios.

Se han agregado diferentes compuestos a los geles de blanqueamiento dental con el objetivo de reducir o eliminar la hipersensibilidad dental después del clareamiento, Nitrato de potasio y fosfato de calcio amorfo (ACP) han sido identificados como agentes capaces de reducir hipersensibilidad, el primero reduce la hipersensibilidad dental al disminuir la capacidad de las fibras nerviosas para repolarizarse. (Rodriguez et al, 2019). Así también en el nitrato de potasio se coloca fluoruro el cual ayuda en la reducción de la hipersensibilidad al bloquear los túbulos dentinarios, reducción del flujo de fluido a la cámara pulpar. Se ha informado que fosfato de calcio amorfo ACP reduce la hipersensibilidad al bloquear los túbulos dentinarios (Ginger et al, 2005)

Una búsqueda exhaustiva se realizó en el MEDLINE a través de PubMed, Scopus, Web of Science, América Latina y el Caribe base de datos de Ciencias de la Salud Literatura, brasileña, En una comparación general de la eficacia del blanqueamiento de consultorio y el casero, no se encontró mayor diferencias sin embargo, se tomara en cuenta que este estudio se basó en una comparación general sin tener en cuenta las variaciones en los protocolos (tiempo de uso diario, el número de sesiones de clareamiento, y la concentración del producto) en los estudios incluidos (de Geus et al, 2016: Costa et al, 2010: Mondelli et al, 2012; Luque et al. 2016)

Se realizó una revisión sistemática para determinar si la fuente de luz tiene una eficacia mayor para el proceso de blanqueamiento dental en comparación con el tratamiento vital en el consultorio sin luz, Los estudios con concentraciones de HP más alto que 25% se clasificaron como concentraciones altas, mientras que igual o menor que 25% se consideraron

concentraciones bajas. Llegaron a la conclusión que la eficacia del clareamiento no se encuentra influenciado por el uso de la luz (Maran et al., 2017; Medeiros et al. (2019) Así también (Moreira et al, 2016) menciona que la luz híbrida (LED / láser) condujo a una variación de temperatura más alta en la superficie del esmalte durante el blanqueamiento con peróxido de hidrógeno 35%.sin embargo, no influencio en la eficacia del color.

3. CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de estudio

Estudio experimental in vitro

3.2 Población de estudio y tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue conformada por 39 piezas dentarias humanas las que se dividieron en 10 incisivos centrales superiores, 10 incisivos laterales superiores, 10 caninos superiores, cada grupo con su respectivo control (n=3 sin blanqueamiento). Las piezas dentales se obtuvieron de la donación de pacientes que necesitaron la exodoncia por indicación del odontólogo (consentimiento informado de donación de dientes humanos en Anexo 1).

3.2.1 Criterios de exclusión

Piezas anteriores superiores con exposición de dentina (caries, fracturas, etc.)

Piezas anteriores superiores con tratamientos pulpares.

INCISIVOS CENTRALES



Figura 1. Incisivos centrales

INCISIVOS LATERALES

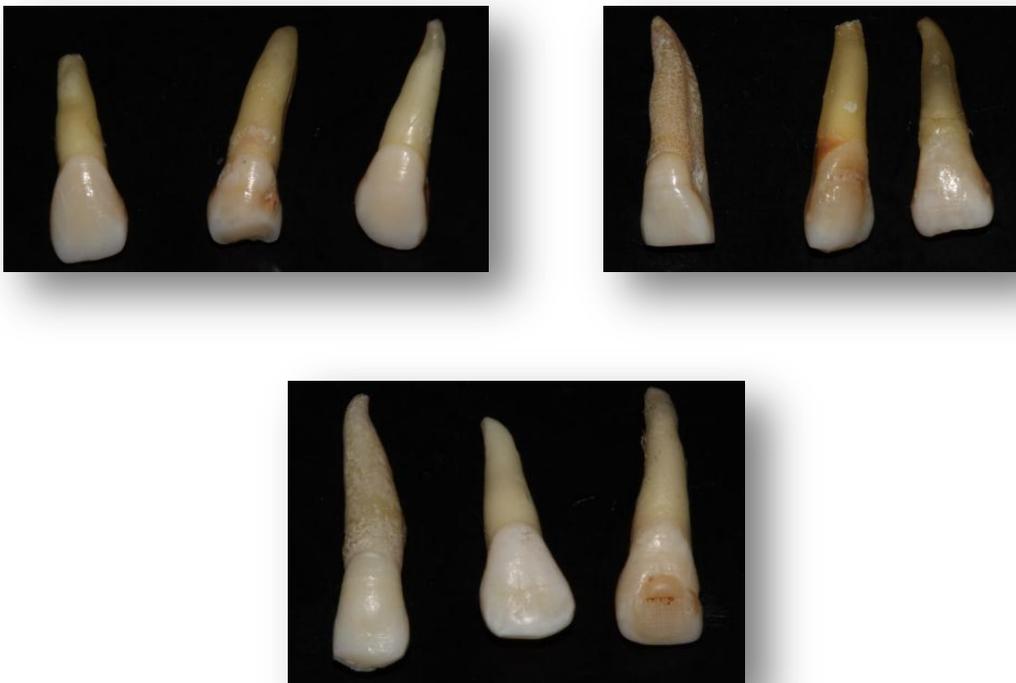


Figura 2. Incisivos Laterales

CANINOS



Figura 3. Caninos

3.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (Cuadro 1).

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala
Dependiente Piezas dentales	Órgano dental que está ubicado en la parte anterosuperior del maxilar	Penetración del peróxido de hidrógeno a través de esmalte y dentina a la cámara pulpar	centrales, laterales y caninos	Cuantitativa
Independiente Penetración del peróxido de hidrógeno	Capacidad del peróxido de penetrar el sustrato a la cámara pulpar	Presencia de peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar medido con espectrofotometría UV/VIS	Concentración $\mu\text{g}/\text{MI}$	Cuantitativo

3.3 Delimitación de la investigación

La investigación se realizó en la ciudad de Quito-Ecuador, en la Universidad de las Américas, laboratorio de investigación Campus Queri.

3.4 Equipos, materiales e instrumento utilizados

3.4.1 Materiales (Figura 4).

- Tubos de ensayo
- Vaso de precipitación
- Gradillas para tubos de ensayo
- Pipetas automáticas de 0.5 – 10 μ L
- Pipetas automáticas de 20 – 200 μ L
- Pipetas automáticas de 100 – 1000 μ L
- Puntas para pipetas automáticas de diferentes volúmenes
- Espátulas
- Erlenmeyer
- Buretas
- Probetas

3.4.2 Reactivos (Figura 5).

Tabla 2
Reactivos

REACTIVOS	MARCA	PROCEDENCIA	PRESENTACIÓN
Ácido Sulfúrico concentrado (H ₂ SO ₄)	Merck	Alemania	2.5 l
Permanganato de Potasio (KMnO ₄)	Merck	Alemania	1 kg
Oxalato de Sodio (Na ₂ C ₂ O ₄)	Laba Chemie	E.E.U.U.	
Acetato de Sodio anhidro	Laba Chemie	E.E.U.U.	

Ácido Acético Glacial	Merck	Alemania	
Horse Peroxidase	Sigma Aldrich	E.E.U.U. / Alemania	
Leucocristal violeta	Merck	Alemania	
Ácido Clorhídrico	Merck	Alemania	2.5 l
Peróxido de Hidrógeno	Fisher scientific	E.E.U.U.	4l
Kit de blanqueamiento dental	Whiteness HP Maxx – FGM		



Figura 4. Materiales



Figura 5. Reactivos

3.4.2.1 Preparación de reactivos

3.4.2.1.1 Ácido Sulfúrico 1.0 mol/L:

Colocar 50 ml de agua Tipo I en un balón aforado de 250 ml y adicionar 13.8 ml de ácido Sulfúrico al 98%. Aforar con agua Tipo I.

3.4.2.1.2 Permanganato de Potasio 0.5 N

Pesar 1.6 g en un balón aforado de 500 ml y aforar con agua Tipo I.

3.4.2.1.3 Leucocristal Violeta

Pesar 50 mg de leucocristal violeta y diluir en 50 ml de Agua Tipo I. Añadir 0.185 ml de ácido clorhídrico al 37% y aforar a 100 ml con Agua Tipo I.

3.4.2.1.4 Tampón Acetato de Sodio

Preparar una solución 2 M de acetato de sodio anhidro, pesando 8.370 g en 50 ml de agua Tipo I. A parte, preparar una solución 2 M de ácido acético glacial, midiendo 5.72 ml de ácido acético glacial puro en 50 ml de agua Tipo I. Mezclar 10.7 ml de solución de acetato de sodio 2 M y 14.25 ml de solución de ácido acético 2M. Verificar el pH que debe estar entre 4.5 y 4.6.

3.4.1.2.5 Curva de calibración peróxido de hidrógeno

Medir 1.28 ml de peróxido de hidrógeno al 30% y transferir a un balón de 100 ml. Completar a volumen con tampón acetato de sodio. De esta solución tomar 0.1 ml en un balón volumétrico de 10 ml y completar a volumen con tampón acetato de sodio teniendo una concentración final de 47.67 µg/ml de H₂O₂. Esta solución será posteriormente utilizada para la obtención de la curva de calibración realizando diluciones sucesivas de 0.1 a 1.25 µg/ml de H₂O₂, conforme a la (Cuadro 3).

Tabla 3
Curva de Calibración peróxido de hidrógeno

Solución (ppm)	Alícuota de la solución 47.67 µg/ml de H ₂ O ₂	Solución Tampón
0.39725	25 µl	75 µl
0.3178	20 µl	80 µl
0.23835	15 µl	85 µl
0.1589	10 µl	90 µl
0.12712	8 µl	92 µl
0.06356	4 µl	96 µl
0.03178	2 µl	98 µl
0.0	0 µl	100 µl

3.4.3 Equipos

- Espectrofotómetro UV/VIS: Marca: Vita, Procedencia: Europeo

3.4.4 Procedimiento

3.4.4.1 Estandarización peróxido de hidrógeno

3.4.4.1.1 Transferir 1.28 ml de Peróxido de Hidrógeno al 30% en un balón volumétrico de 100 ml. Completar el volumen con agua tipo I.

3.4.4.1.2 De la solución preparada anteriormente tomar 10 ml en un Erlenmeyer de 250 ml, adicionar 20 ml de H₂SO₄ y adicionar el volumen hasta 100 ml dentro del Erlenmeyer. Titular con la solución de KMnO₄ 0.02 M hasta que el color rosa persista durante 30 segundos.

(Ecuación 1)

$$X = \frac{A \times f \times 158.034}{V}$$

En donde:

X: Concentración de H₂O₂ en g/L

A: Volumen de solución de KMnO₄ 0.02 M consumido en la titulación de la muestra, en mL.

f: Factor de la corrección de KMnO₄ 0.02 M

V: Volumen de H₂O₂ pipeteado y diluido a 100 mL,

3.4.4.2 Curva de calibración de peróxido de hidrógeno y determinación de concentración en cavidad dental

3.4.4.2.1 Para realizar la curva de calibración, una vez que las soluciones han sido preparadas, colocar en un tubo de ensayo 2750 μL de agua Tipo I, 100 μL de muestra, 100 μL de Leucocristal Violeta y 50 μL de Peroxidasa. Para el blanco, ocupar 100 μL de Tampón acetato de Sodio pH 4.5.

3.4.4.2.2 Leer inmediatamente a 596nm en el espectrofotómetro UV/VIS.

3.4.4.2.3 Para obtener la muestra de la cavidad dental, aplicar el tratamiento de blanqueamiento durante 45 minutos. Después de que ha sido aplicado el tratamiento, lavar 4 veces con 25 μL de tampón acetato de sodio en la cavidad dental. Lograr obtener 100 μL de muestra para proceder igual que en el punto 4.2.1 para obtener la concentración de Peróxido de Hidrógeno.

3.4.5 Cálculos

3.4.5.1 Para realizar los cálculos de concentración de peróxido de hidrógeno, tomar la ecuación obtenida en la curva de calibración.

Tabla 4
Cálculos

Concentración $\mu\text{g/ml}$	Absorbancia
0	0.000
0.03178	0.034
0.06356	0.122
0.12712	0.337
0.1589	0.521
0.23835	0.841
0.3178	1.102
0.39725	1.412

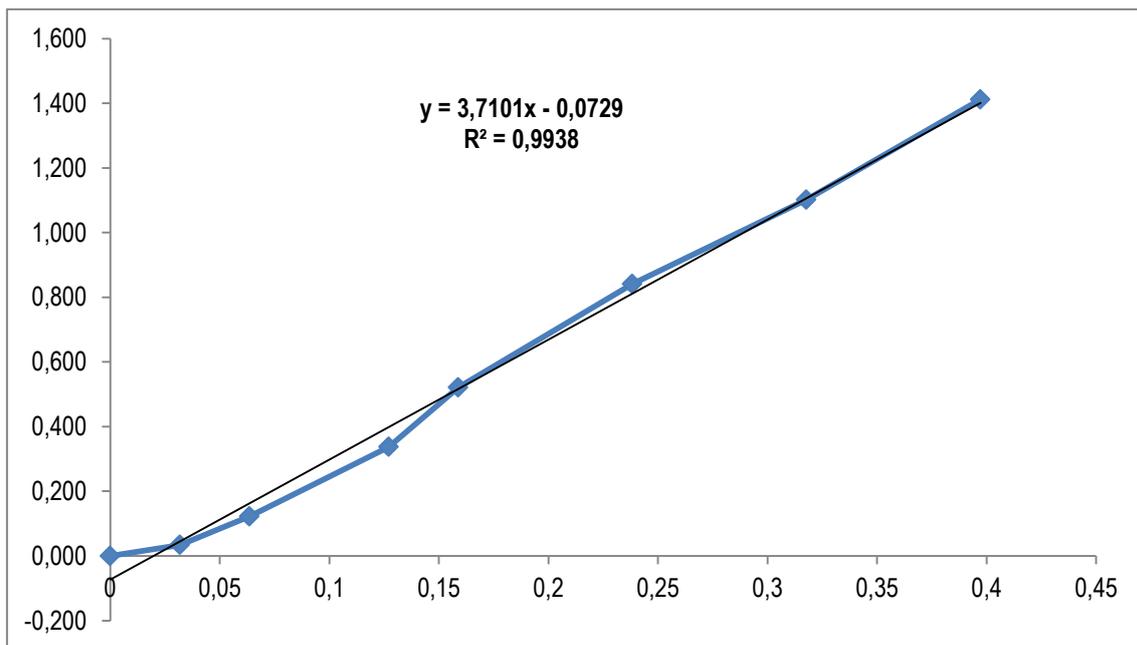


Figura 6. Cálculos

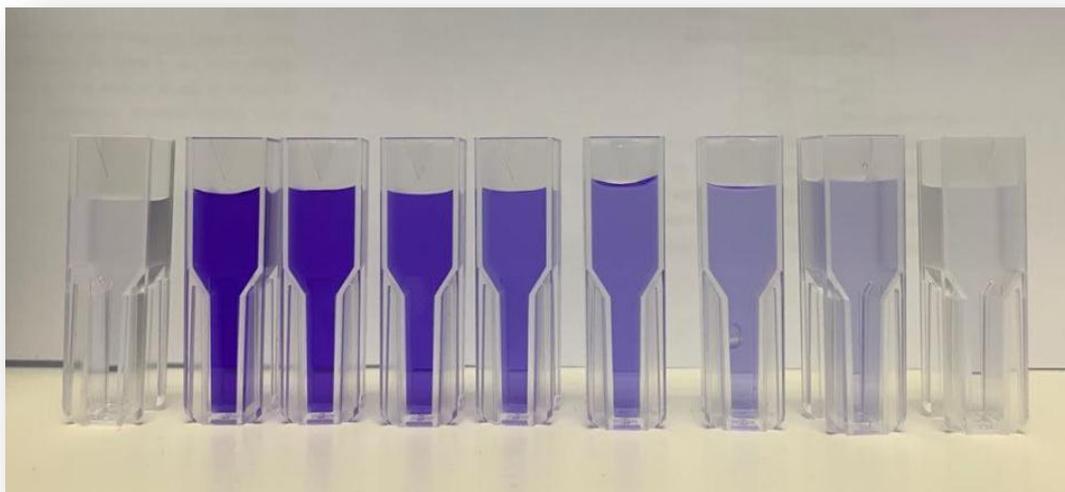


Figura 7. La absorbancia del color violeta resultante en los tubos de ensayo se midió en un espectrofotómetro.

3.4.6 Preparación de las muestras

Las piezas dentales se mantuvieron en suero fisiológico para su almacenamiento a temperatura ambiente, las raíces se cortaron con un disco de carborundum aproximadamente 3mm apical a la unión cemento esmalte, se eliminó el tejido de la pulpa con una lima, la entrada a la cavidad pulpar se

amplió cuidadosamente con una fresa redonda con el fin de permitir la introducción de una micropipeta. (Figura 7a, 7b, 7c, 7d).



Figura 8. 7a Calibrador digital configurado para medir 3mm por encima del límite amelocementario de cada diente.



Figura 9. 7b Se marca con lápiz a 3mm apical a la unión cemento esmalte.

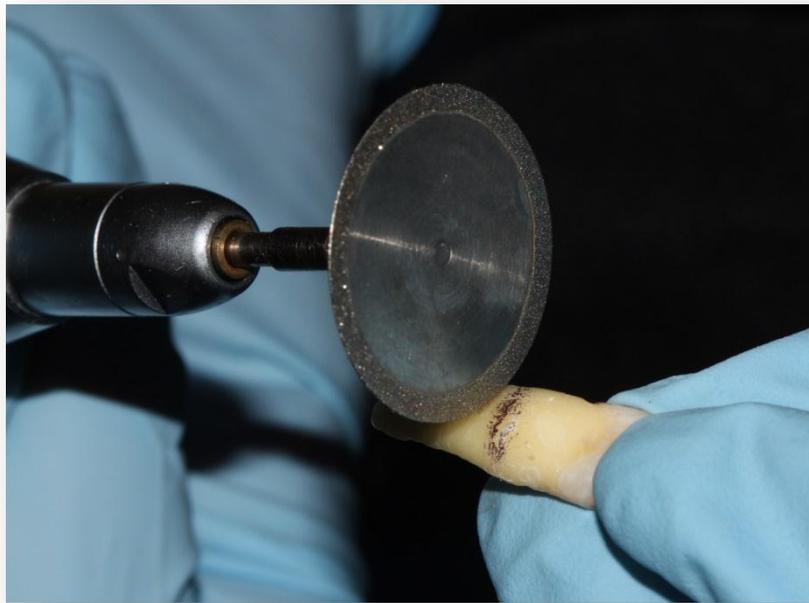


Figura 10. 7c Se cortaron las raíces con un disco

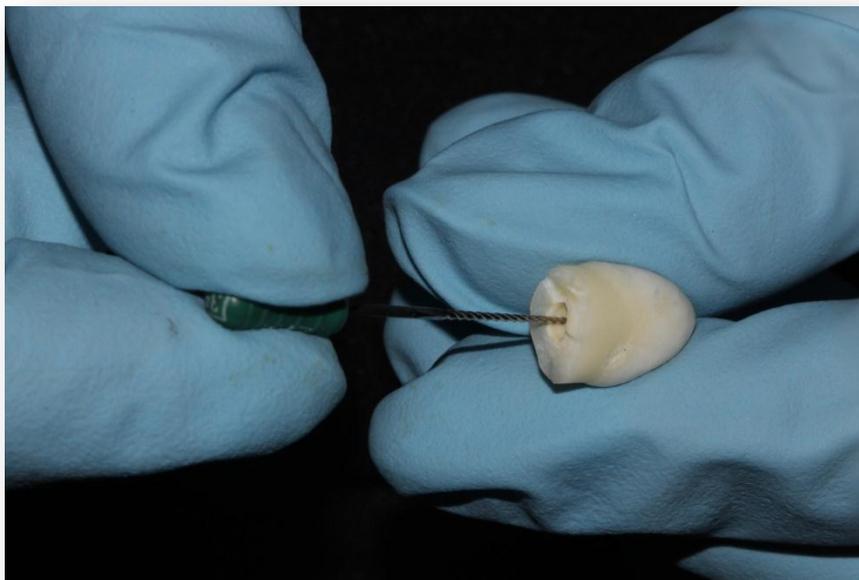


Figura 11. 7d. Eliminación del tejido pulpar mediante limas

Se procedió a tomar radiografías de todas las piezas seleccionadas con el propósito de medir la estructura dentaria, se tomó el color de cada pieza dental antes y después de realizar el blanqueamiento, se volvió hacer la toma

después de 7 y 14 días posteriores registrando todos los valores en la tabla de datos.

3.4.7 Manejo experimental de grupos

Posteriormente todos los dientes se fijarán en una matriz de pasta pesada de condensación (speedex putty coltene), para evitar que se muevan durante el test. La superficie labial de cada diente fue delimitado con barrera gingival fotopolimerizable, (top dam blue) colocamos 25 ul de tampón de acetato en la cámara pulpar de cada diente para que absorba y estabilice el peróxido de hidrógeno que pueda penetrar en la cámara pulpar durante el blanqueamiento. (Figura 8).



Figura 12. Se colocó barrera gingival (top dam blue) en cada una de las piezas dentales en su cara vestibular para evitar cualquier tipo de contaminación.

Se aplicó el gel blanqueador a base de peróxido de hidrógeno al 35%(Whiteness Hp Maxx 35% FGM) 3 veces por 15 minutos, se removió el gel blanqueador con torundas de algodón entre cada aplicación, luego se retiró el tampón de acetato de la cámara pulpar, se agrega más agua (2.750 μ l) junto con 50 μ l de 1mg/ ml enzima peroxidasa de rábano picante y 100 μ l de

leucocristal violeta, para obtener una solución morada que será evaluada mediante UV/VIS a 596nm (Figura 9a, 9b, 9c).

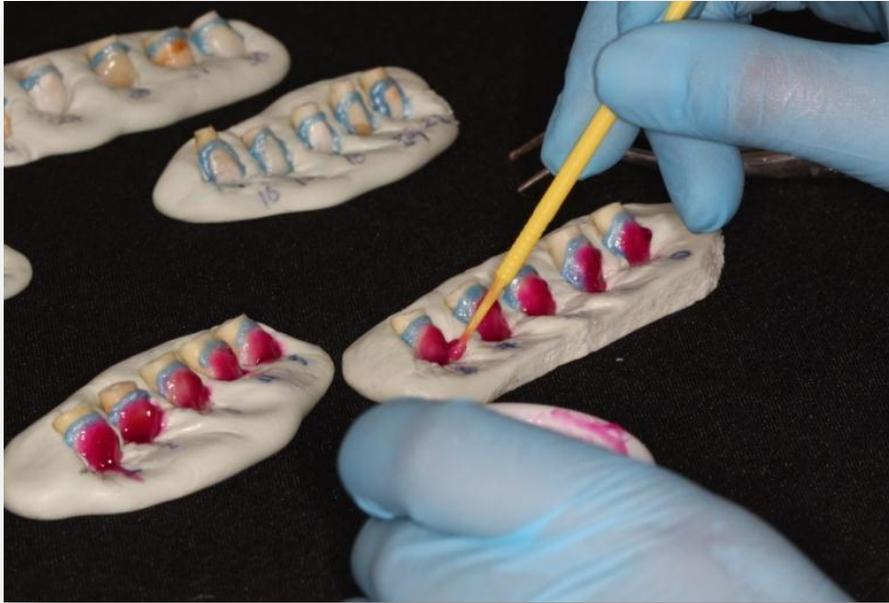


Figura 13. 9a Se Colocó la mezcla sobre la superficie dentaria mediante un brush tres aplicaciones por 15 minutos



Figura 14. 9b la cámara pulpar de cada diente se enjuga por cuatro ocasiones con 25 μ l de tampón de acetato la cual



Figura 15. 9c El tampón de acetato se retiró de la cámara pulpar y se coloca en el mismo tubo de ensayo, se agrega más agua (2.750 μ l) junto con 50 μ l de 1mg/ ml enzima peroxidasa de rábano picante y 100 μ l de leucocristal violeta.

La absorbancia del color violeta resultante en los tubos de ensayo se medirá en un espectrofotómetro. La concentración de Peróxido de hidrógeno (μ g/ml) se establecerá comparándola con la curva de calibración obtenida anteriormente. Al tener conocimiento de la concentración (μ g/ml) y el volumen de la solución, la masa de peróxido de hidrógeno se calcula mediante la siguiente ecuación: $m = C \times MM \times V$, donde m representa la masa, C es la concentración, MM es la masa molar de peróxido de hidrogeno (34, 158) y V es el volumen (3×10^{-3} L). Los datos relacionados con la concentración y masa de HP se sometieron a análisis de varianza unidireccional (ANOVA) (Figura 10).

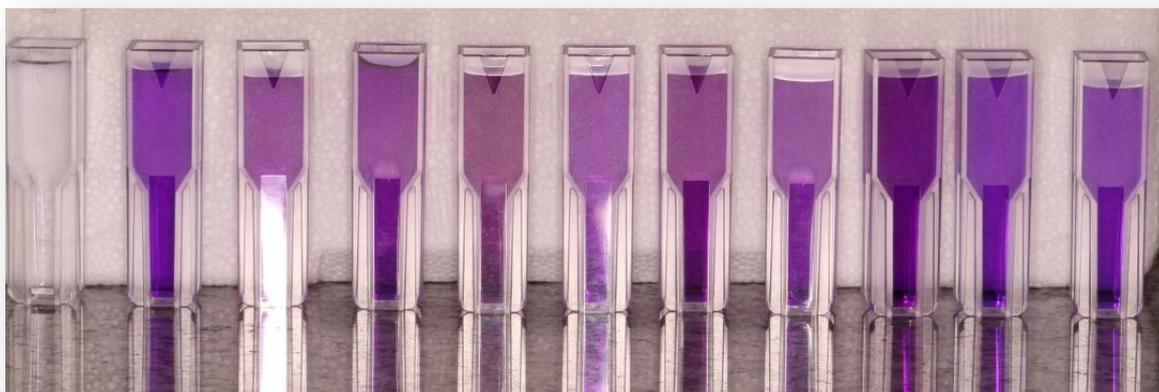


Figura 16. La absorbancia del color violeta resultante en los tubos de ensayo se midió en un espectrofotómetro.

4. CAPITULO IV. ANÁLISIS ESTADISTICO

4.1 Resultados

Resultados de penetración de peróxido de hidrógeno

La prueba de Shapiro Wilk demostró que los datos no tienen normalidad ($p < 0.05$). La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis demostró que existe diferencia significativa entre los grupos ($p=0.03$). El test de Fisher ($p < 0.05$) indica que todos los tipos dentales presentan diferencia significativa. El test de Dunnett, demostró que existe diferencia significativa de cada diente con su grupo control.

La tabla 5 indica que ocurre permeabilidad de peróxido de hidrógeno después del blanqueamiento en los tres tipos dentales evaluados, obsérvese que el grupo control tiene cero permeabilidad. El test de Fisher indicó que existe diferencia significativa entre los tres tipos dentales.

Tabla 5

Promedio y desviación estándar de la concentración de peróxido de hidrógeno ($\mu\text{g/mL}$) dentro de la cámara pulpar de cada tipo dental.

	Incisivos centrales superiores	Incisivos laterales superiores	Caninos superiores
Sin blanqueamiento (Control)	0.000 \pm 0.000	0.000 \pm 0.000,	0.000 \pm 0.000
Con blanqueamiento	0.403 \pm 0.092 \neq a	0.471 \pm 0.058 \neq b	0.318 \pm 0.083 \neq c

Nota: (*) El símbolo " \neq " indica que los grupos experimentales de cada tipo dental son significativamente diferentes que su grupo control respectivo (Test de Dunnett test, $p < 0.001$). Letras diferentes indican que los grupos experimentales tienen diferencia significativa entre sí (Test de Fisher $p < 0.005$).

Resultados de cambio de color según ΔE

La prueba de Shapiro Wilk demostró que los datos tienen normalidad ($p > 0.05$)
La prueba paramétrica de Anova de 1 factor demostró que no existe diferencia significativa entre los grupos de dientes para los intervalos de tiempo 7 y 14 días para el criterio ΔE ($p=0.058$).

Tabla 6

Promedio y desviación estándar del valor de ΔE para los tipos dentales evaluados en los diferentes periodos de tiempo.

	Incisivos centrales superiores	Incisivos laterales superiores	Caninos superiores
ΔE 7 días	8.01 \pm 5.66 A a	11.84 \pm 3.21 A a	7.43 \pm 5.40 A a
ΔE 14 días	11.78 \pm 4.31 A a	12.8 \pm 4.50 A a	8.68 \pm 5.27 A a

Nota: Letras mayúsculas iguales entre columnas indican que no hay diferencia significativa ($p < 0.05$). Letras minúsculas iguales entre filas indican que no hay diferencia significativa ($p < 0.05$).

4.2 Discusión

El presente estudio mostró la capacidad que tiene el peróxido de hidrógeno para penetrar la estructura dental, atravesando el esmalte y la dentina llegando a cámara pulpar después de haber realizado el blanqueamiento en consultorio, independiente del grupo dental evaluado. Esta información suma evidencia a la ya confirmada por varios autores (Balladares et al., 2019; Llana et al., 2018; Acuña et al., 2018; Cavalli et al., 2017; Duque et al., 2014; Torres et al., 2018; Kwon et al., 2018; Briso et al., 2015; Mena-Serrano et al., 2015; Ma et al., 2020; Marson et al., 2015)

En esta investigación pudimos observar que la penetración de peróxido de hidrógeno hacia la cámara pulpar, fue mayor en incisivos laterales superiores (0.471 ± 0.058) que en caninos superiores (0.318 ± 0.083) y los incisivos centrales superiores menor penetración que los incisivos laterales (0.403 ± 0.092) lo cual valida nuestra hipótesis, que a menor espesor de la pieza dental existió mayor difusión de peróxido de hidrógeno a la cámara pulpar. Esta información está en acuerdo con Oliveira et al. (2017), quienes indican que discos esmalte/dentina de 4 mm (representan el grosor de premolares superiores) presenta mayor difusión de PH que discos de menor grosor de 2,8 mm (representan el grosor de incisivos centrales inferiores). Así lo corrobora Rodrigues et al., (2009) en un su estudio donde evalúan la permeabilidad del peróxido de hidrógeno con el método por pigmentación con cobre. Dichos autores demostraron que el segundo premolar tiene menor penetración del agente blanqueador al substrato que los dientes caninos, incisivos lateral y central. Una investigación clínica indica que los pacientes después de blanqueamiento en consultorio con PH al 35% reportan mayor frecuencia de sensibilidad en los dientes laterales, seguido por los incisivos centrales y finalmente por los caninos (Bonafé et al. 2014).

La presente investigación utilizó peróxido de hidrógeno al 35%, estudios demuestran que concentraciones como esta se relacionan con cantidades considerables de esta molécula dentro de la cámara pulpar (De Almeida et al.,

2014; Cavalli et al., 2017; Balladares et al., 2019; Marson et al., 2015; Briso et al., 2015; Mena-Serrano et al. 2015). Otros autores mencionan que la permeabilidad del peróxido de hidrógeno depende de las concentraciones que se use en el blanqueamiento dental. Así lo explican De Almeida et al. (2014) al utilizar diferentes protocolos de blanqueamiento en consultorio, sometieron discos de esmalte / dentina bovino a tres sesiones de blanqueo con 35% (3 de 15 minutos), 35% (1 de 45 minutos) y 20% (1 de 45 minutos), observando una mayor difusión de peróxido de hidrógeno en los grupos tratados con 35%. Lo corroboran Soares et al. (2014) al indicar que una reducción en la concentración de peróxido de hidrógeno, del 35% al 17.5%, o acortar su tiempo de aplicación en el esmalte proporciona disminución de la difusión de peróxido de hidrógeno en los tejidos. Marson et al. (2015) también refieren que los tiempos de contacto más largos del gel blanqueador con la estructura del esmalte proporcionan una mayor penetración del peróxido a través de los tejidos dentales. La presencia de restauraciones adhesivas puede ser otro factor que favorezca mayor penetración la penetración de peróxido de hidrógeno (Briso et al., 2015; Cavalli et al., 2017; Patri et al. 2016).

En vista de la evidencia de la cantidad de peróxido de hidrógeno en el interior de la cámara pulpar después de realizar blanqueamiento dental investigadores proponen alternativas para disminuir esa permeabilidad. Torres et al. (2010) mencionan que la difusión del peróxido de hidrógeno puede disminuir con la adición de un activador químico como el gluconato de manganeso y el sulfato ferroso consiguen una penetración significativamente menor de peróxido de hidrógeno después de realizar el blanqueamiento dental al 35%. Mientras que Torres et al. (2018) evaluó el efecto de la adición de calcio y fluoruro a un gel blanqueador de peróxido de hidrógeno al 35%, llegando a la conclusión que la adición de este disminuyó la difusión de peróxido a través de la estructura dental. Así también, Mena-Serrano et al. (2015) indican que la presencia de calcio en el gel blanqueador reduce significativamente la concentración de peróxido de hidrógeno en el interior de la cámara pulpar.

Este estudio demostró que no existe diferencia significativa en el cambio de color después del blanqueamiento dental entre los grupos evaluados, es decir

que los tres tipos dentales se clarean igualmente después de la sesión de blanqueamiento en consultorio con PH al 35%. Además se verificó que el color permanece estable después de los 7 días de blanqueamiento al comparar con los valores obtenidos después de los 14 días de almacenamiento. Martins et al. (2018) en su estudio también indican que el color dental después del blanqueamiento ya no presenta variaciones a partir de los siete días. Teniendo en cuenta que para lograr un buen resultado de aclarado final es indispensable mantener los protocolos de cada fabricante así lo describe (Carey, 2014).

En la presente investigación pudimos observar que el espesor de las piezas dentales de los diferentes grupos tratados no influyeron en cuanto a la eficacia del clareamiento, ya que después de realizar blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 35% se verificó con el espectrofotómetro un resultado óptimo en los tres grupos a los 7 y 14 días después de tratamiento. Oliveira et al. (2017) indican que cuando se aplica peróxido de hidrógeno al 35% 3 veces de 15 minutos en una única sesión, no hay diferencia de blanqueamiento en discos de esmalte/dentina de grosores diferentes, correspondientes a la superficie vestibular de premolares superiores e incisivos centrales inferiores. Sin embargo, esos investigadores evidencian que cuando el agente clareado tiene 10% de PH requiere de mayor tiempo de uso, hasta 6 semanas, para alcanzar los similares valores ΔE que con el agente al 35% en única sesión. En este estudio se realizó el blanqueamiento con peróxido de hidrogeno al 35% sin la utilización de ninguna luz respaldado por algunos autores los cuales han demostrado que la utilización de luz no influye en la eficacia del blanqueamiento, así lo mencionan Maran et al. (2017) y Medeiros et al. (2019) quienes realizaron una revisión sistemática y un meta análisis que incluyeron artículos en los cuales se realizaron blanqueamiento en consultorio con y sin activación de la luz, estos estudios no confirmaron que la activación del gel blanqueador en el consultorio con luz mejorará el cambio de color. Así lo corroboran Moreira et al. (2016) quienes en su investigación concluyeron que la fuente de luz híbrida (LED / láser) no condujo a una variación en la eficacia del blanqueamiento dental y tampoco se registró diferencia alguna en el cambio de color después de 7 a 14 días.

5. CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Dentro de las limitaciones de este estudio se puede concluir que ocurre permeabilidad de peróxido de hidrógeno después del blanqueamiento en los tres tipos dentales evaluados, siendo los incisivos laterales con mayor concentración en la cámara pulpar y los caninos los que menor cantidad presentaron. Se demostró eficacia del blanqueamiento entre los grupos tratados después del blanqueamiento y que no existió diferencia significativa entre los intervalos de tiempo 7 y 14 días después de medir con el espectrofotómetro.

5.2 Recomendaciones

Considerar el espesor del esmalte y dentina se torna un factor importante a considerar en futuras investigaciones que evalúen permeabilidad de peróxido de hidrógeno a la cámara pulpar.

REFERENCIAS

- Acuña, E., Parreiras, S., Favoreto, M., Cruz, G., Gomes, A., Borges, C., Loguercio, A. y Reis, A. (2018). In-office bleaching with a commercial 40% hydrogen peroxide gel modified to have different pHs: Color change, surface morphology, and penetration of hydrogen peroxide into the pulp chamber. *J Esthet Restor Dent*. Recuperado el 11 de agosto del 2029 de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30790402>
- Alqahtani, M.,(2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*. vol 26, 33–46. Recuperado el 11 de agosto del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25408594>
- Arola, D., Gao, S., Zhang, H. y Masri, R. (2017). The Tooth Its Structure and Properties. *Dent Clin*. 61 651–668. Recuperado el 18 de agosto del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28886762>
- Avery, J. y Chiego, D. (2007). *Principios de histología y Embriología Bucal con orientación clínica*. (3^{ra}. ed.). Madrid: Elsevier.
- Baldea, I., Olteanu, D., Filip, A., Cenariu, M., Dudea, D., Tofan, A., Alb, C. y Moldovan, M. (2016). Toxicity and efficiency study of plant extracts-based bleaching agents. *Clin Oral Invest*. Recuperado el 18 de febrero del 2020 de <https://sci-hub.tw/10.1007/s00784-016-1882-4>
- Balladares, L., Acevedo, L., Montenegro, A., Gordillo, L., Pulido, C., Salazar, M., Reis, A. y Loguercio, A. (2019). Effects of pH and Application Technique of In-office Bleaching Gels on Hydrogen Peroxide Penetration into the Pulp Chamber. *Operative Dentistry*. Recuperado el 08 de diciembre del 2019 de <https://sci-hub.tw/10.2341/18-148-L>
- Basting, R., Amaral, F., Franca, F. y Flório. (2012). Clinical Comparative Study of the Effectiveness of and Tooth Sensitivity to 10% and 20% Carbamide Peroxide Home-use and 35% and 38% Hydrogen Peroxide In-office Bleaching Materials Containing Desensitizing Agents. *Operative Dentistry*. vol 37-5. Recuperado el 05 enero del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22616927>

- Bhaskar., S. (1993) *Histología y embriología Bucal*. (11^a. ed.). México: Prado;
- Bing, E., Huang, S., Zhang, C., Jing, J., Hao, Y. y Xiao, L. (2011). Mineral densities and elemental content in different layers of healthy human enamel with varying teeth age. *Arch Oral Biol*. vol 56(10):997–1004. Recuperado el 19 de febrero del 2020 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
- Bonafé, E., Loguercio, A., Reis, A. y Kossatz S. (2014). Effectiveness of a desensitizing agent before in-office tooth bleaching in restored teeth. *Clin Oral Investig*. 18(3) Recuperado el 22 de Marzo del 2020 de doi:10.1007/s00784-013-1055-7
- Brenna, , F. (2010) *Odontología Restauradora Procedimientos terapéuticos y perspectiva de futuro*. (1. ed.). Madrid: Elsevier: Masson.
- Briso, A., Gonçalvesb, R., Almeida, F., de Oliveira, G., dos Santose, P. y Fagundesf, T. (2015). Transenamel and Transdental Penetration of H₂O₂ in Restored Bovine Teeth. *The Journal of Adhesive Dentistry*. vol17, No6. Recuerado el 17 de mayo del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26734677>
- Cavalli V, Arrais C, Giannini M, Ambrosano G. (2004). High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *J Oral Rehabil*. vol;31(2):155-9. Recuperado el 18 de agosto del 2019 de <https://sci-hub.tw/10.1111/j.1365-2842.2004.01138.x>
- Cavalli, V., Silva, B., Berger, S., Abuna, G., Marson, F., Tabchoury, C. y Giannini, M. (2017). TESIS 1 Effect of Adhesive Restoration and Bleaching Technique on the Concentration of Hydrogen Peroxide In the Pulp Chamber. *Operative Dentistry*. vol29(5). Recuperado el 08 agosto del 2019 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27892835/>
- Carey, C. (2014). Tooth Whitening: What We Now Know. *The Journal of Evidence-Based Dental Practice*. vol .02.006. Recuperado el 18 de febrero del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4058574/>
- Costa. J. y Paravina. R., (2010). Comparison of At-home and In-office Tooth Whitening Using a Novel Shade Guide. *Operative Dentistry*. vol35/4.

- Recuperado el 05 de enero del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20672721>
- Dawson. P., Sharif. M., Smith. A. y Brunton. P. (2011). A Clinical Study Comparing the Efficacy and Sensitivity of Home vs Combined Whitening. *Operative Dentistry*. vol 36-5, 460-466, Recuperado el 05 de enero del 2020 de <https://sci-hub.tw/10.2341/10-159-C>
- de Almeida, L., Soares, D., Gallinari, M., de Souza, C., Dos Santos, P. y Briso, A. (2014). Color alteration, hydrogen peroxide diffusion, and cytotoxicity caused by in-office bleaching protocols. *Clin Oral Invest*. Vol. 19 (3) Recuperado el 18 de abril del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25035067>
- De Geus J., Wambier, L., Kossatz, S., Loguercio, A. y Reis U (2016). At-home vs In-office Bleaching: A Systematic Review and Meta-analysis. *Operative Dentistry*, vol 41-4, 341-356. Recuperado el 19 de febrero del 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27045285/>
- Díaz, M., Pacheco, L., Ortiz, M., Cruz, M. y Falcón, R. (2017). Analysis of the relation between the golden ratio and the facial parameter. *Revista Cubana de Estomatología*. 54(4). Recuperado el 17 de agosto del 2019 de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-901058>
- Duque, C., Soares, D., Basso, F., Hebling, J. y de Souza C. (2014). Bleaching effectiveness, hydrogen peroxide diffusion, and cytotoxicity of a chemically activated bleaching gel. *Clin Oral Invest*. vol 18(6). Recuperado el 18 de marzo del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24264642>
- Eimar, H., Ghadimi, E., Marelli, B., Vali, H., Nazhat, S., Amin, W., Torres, J., Ciobanu O., Albuquerque, R. y Tamimi F. (2012). Regulation of enamel hardness by its crystallographic dimensions *Acta Biomaterialia*, 3400–3410. Recuperado el 21 de agosto del 2019 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22684114/>
- Epple, M., Meyer, F. y Enax, J. (2019). A Critical Review of Modern Concepts for Teeth Whitening. *Dentistry Journal*. 7(3). Recuperado el 04 marzo del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pumed/31374877>

- Estrada, M. (2017). Which is the material and technique do we select when it comes to teeth whitening due to? Protocol to prevent posterior dental hypersensitivity. *Avances en odontoestomatología*. vol. 33 - núm. 3. Recuperado de 19 de febrero del 2020 de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000300002
- Fuentes, M., (2004) Propiedades mecánicas de la dentina humana. *Avances en odontoestomatología*. vol.20-núm. 2 – Recuperado el 19 de febrero del 2020 de <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v20n2/original2.pdf>
- Gallon, V., Chen, L., Yang, X. y Moradian, J. (2013). Localization and quantitative co-localization of enamelin with amelogenin. *Journal of Structural Biology*. Recuperado el 18 de agosto del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23563189>
- Giachetti, L., Bertini, F., Bambi, C., Nieri, M. y Scaminaci D., (2010). A randomized clinical trial comparing at-home and in-office tooth whitening techniques A nine-month follow-up. *American Dental Association. JADA* 141(11). Recuperado el 05 de enero del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21037194>
- Giniger, M., Macdonald, J., Ziembra, S. y heather F. (2005). The clinical performance of professionally dispensed bleaching gel with added amorphous calcium phosphate. *J Am Dent Assoc*. vol. 136. Recuperado el 04 de febrero del 2020 de <https://scihub.tw/10.14219/jada.archive.2005.0181>
- Gómez, M., y Campos, A. (2002). *Histología y embriología Bucodental*. (2ª. ed.). Madrid: Panamericana.
- Graziolia, G., Lorea, L., Pereira, C., Alves, H., Gonçalves, C. y Aldrighi (2018) TESIS 14 Bleaching and enamel surface interactions resulting from the use of highly concentrated bleaching gels. *Archives of Oral Biology* 87 / 157–162. Recuperado el 11 de agosto del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29304422>
- Henostroza, G. (2006). *Estética en Odontología Restauradora*. (1ª. Ed.). Madrid: Ripano. S.A.

- Hirata, R. (2014). *Tips Claves en Odontología Estética*. (1^{ra}. ed.). Buenos Aires: Panamericana.
- Ippolitov, Y., Ippolitov, I. y Seredin, P. (2014). Morphology of the human dental enamel. *Indian Journal of Dentistry*. Recuperado el 17 de agosto del 2019 de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0975962X1400029X>
- Joiner, A., Luo, W. (2017). Tooth Colour and Whiteness: A review. *Journal of Dentistry*. 12(17). Recuperado 04 mayo del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28928097>.
- Kose, C., Calixto, A., Bauer, J., Reis, A. y Loguercio, A. (2016). Comparison of the Effects of In-office Bleaching Times on Whitening and Tooth Sensitivity: A Single Blind, Randomized Clinical Trial. *Operative Dentistry*. 41-2. Recuperado el 19 de abril del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26509229>
- Kwon, S., Pallavi, F., Shi, Y., Oyoyo, U., Mohraz, A. y Li, Y. (2018). Effect of bleaching gel viscosity on tooth whitening efficacy and pulp chamber penetration: An in vitro study. *Operative Dentistry*. 43(3) 326-334. Recuperado el 02 de marzo del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29676980>
- Lajnert, V., Kovacevic, D., Pavlic, A., Pokrajac, A. y Spalj, S. (2018). Smile Aesthetics Satisfaction Scale: development and validation of a new brief five-item measure of satisfaction with smile aesthetics in adults and the elderly. *International Dental Journal*. Recuperado el 8 de marzo del 2020 de <https://sci-hub.tw/10.1111/idj.12362>
- Llena, C., Martínez, O., Forner, L., Gimeno, L., Rodríguez, F. y Gambini, J. (2018). Hydrogen Peroxide Diffusion through Enamel and Dentin. *Journal Material*. Recuperado el 18 de marzo del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30213083>
- Luque, L., Reis, A., Schroeder, M., Muñoz, M., Loguercio, A., Masterson, D. y Maia, L. (2016). Comparison of efficacy of tray-delivered carbamide and hydrogen peroxide for at-home bleaching: a systematic review and

- meta-analysis. Recuperado el 20 de abril del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27290611>
- Lunardi, N., Bortolazzo, A., Nara, A., Alves, D. y Xediek, R. (2014). Spectrophotometric Evaluation of Dental Bleaching Under Orthodontic Bracket in Enamel and Dentin. *J Clin Exp Dent*. Vol 6 (4). Recuperado el 18 de marzo del 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25593650/>
- Ma, Q., Chen, J., Xu, X. y Wang, T. (2020). Impact of transparent tray-based application of bioactive glasses desensitizer on the permeability of enamel and dentin to hydrogen peroxide: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 20(1). Recuperado el 20 de abril del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32276623>
- Magne, P., Gallucci, G. y Belser, C. (2003). Crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. *The journal of prosthetic dentistry*. vol ;89:453-61. Recuperado el 31 de agosto del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12806322>
- Magne., P. y Berser, U.(2004). Restauraciones de Porcelana Adherida en los Dientes Anteriores. Barcelona: Editorial Quintessence.
- Maran, B., Burey, A., de Paris,T., Loguercio, A. y Reis A. (2017). In-office dental bleaching with light vs. without light: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*. Recuperado el 19 de febrero del 2020 de <https://sci-hub.tw/10.1016/j.jdent.2017.11.007>
- Martins, I., Onofre, S., Franco, N., Martins, L., Montenegro, A., Gordillo, A, Reis, A, Loguercio, A. y da Silva, L. (2018). Effectiveness of In-office Hydrogen Peroxide With Two Different Protocols: A Two-center Randomized Clinical Trial. *Operative Dentistry*. 43-4. Recueperado el 27 de abril del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29949479>
- Marson, F., Gonçalves, R., Silva, C., Cintra, L., Pascotto, R., Santos, P. y Briso, A. (2015). Penetration of hydrogen peroxide and degradation rate of different bleaching products. *Operative Dentistry*. vol 40(1) 72-79. Recuperado de 15 marzo del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24828134>

- Medeiros, B., Ziegelmann, P., Burey, A., de Paris, T., Loguercio, A. y Reis, A. (2019) Different Light-Activation Systems Associated With Dental Bleaching: A Systematic Review and a Network Meta-Analysis. *Clin Oral Investig.* 23(4) Recuperado el 19 de mayo del 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30767069/> .
- Mena, A., Parreiras, S., Nascimento, E., Borges, C., Berger, S., Loguercio, A. y Reis, A. (2015). Effects of the Concentration and Composition of In-office Bleaching Gels on Hydrogen Peroxide Penetration into the Pulp Chamber. *Operative Dentistry.* vol. 40-2 Recuperado el 11 de agosto del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25535786>
- Mjör, I. (2009). Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Brazilian Dental Journal.* vol.20 no.1. Recuperado 17 de agosto del 2019 de https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-64402009000100001&script=sci_arttext ABRIR
- Mondelli, R., Azevedo, J., Francisconi, A., Almeida, C. y Ishikiriama, S. (2012). Comparative clinical study of the effectiveness of different dental bleaching methods—Two year follow-up. *Journal of Applied Oral Science.* vol 20(4) 435-443. Recuperado el 05 de enero del 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23032205/>
- Moreira, P., Menezes, A., Costa, A., Simões, A., Medeiros, F., Dias, A., Soares, L. y Ramos, T. (2016). Does the hibryd light source (LED/Laser) influence temperature variation on the enamel surface during 35% hydrogen peroxide bleaching. A randomized clinical trial. *Quintessence International.* vol47 (numero 1), Recuperado el 20 de febrero del 2020 de <https://sci-hub.tw/10.3290/j.qi.a34454>
- Mounika, A., Mandava, J., Roopesh, B. y Karri G. (2018). Clinical evaluation of color change and tooth sensitivity with in-office and home bleaching treatments. *Original Research.* vol 29 no 4. Recuperado el 17 de noviembre el 2019 de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30127190>
- Oliveira, C., Soares, D., Basso, F., Hebling, J. y Souza C. (2017). Influence of enamel/dentin thickness on the toxic and esthetic effects of

- experimental in-office bleaching protocols. *Clin Oral Invest.* vol 14801-90. Recuperado el 20 de agosto del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28091877>
- Orozco, A., Arroyo, G., Martínez, R. y Jiménez, E. (2015). Biometric analysis of the clinical crown and the width/length ratio in the maxillary anterior region. *Journal of prosthetic dentistry.* Recuperado 30 de agosto del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25858215>
- Parreiras, S., Mena-Serrano, A., Moreira, C., Otuki, M., Loguercio, D. y Reis, A. (2014). Penetration and cytotoxicity of a bleaching gel activated by LED/laser in restored teeth. *American Journal of Dentistry* 27(6) 301-306 Recuperado el 17 de noviembre del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25707083>
- Patri1, G., Acharya, G., Agrawa, P. y Panda, V. (2016). Spectrophotometric Evaluation of the Pulpal Peroxide Levels in Intact and Restored Teeth - An Invitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* vol-10(8). Recuperado el 16 de abril del 2020 de:
- Pop, I., Ghinea, R., Colosi, H. y Ducea, D. (2015). Dentin translucency and color evaluation in human incisors, canines, and molars. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* (4):475. Recuperado el 03 febrero del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26548886>
- Ran, S. y Wertz, P. (2015). Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* vol 27 No 5 240–257, Recuperado el 9 de marzo del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25969131>
- Rivera, C., Ossa, A. y Arola, D. (2012). Britleness and mechanical behavior of dental enamel. *Revista Ingeniería Biomédica ISSN 1909-9762.* vol 6 no 12. Recuperado el 21 agosto del 2019 de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-97622012000200002&script=sci_abstract&tlng=es
- Roderjan, D., Stanislawczuk, R. y Hebling, J.,(2015). Response of Human Pulps to Different In-Office Bleaching Techniques: Preliminary Findings. *Revista Dental Brasileña.* vol.26 no.3. Recuperado el 17 de agosto del

2019 de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402015000300242

- Rodrigues, L., Vansan, L., Pécora, J. y Marchesan, M. (2009). Permeability of different groups of maxillary teeth after 38% hydrogen peroxide internal bleaching. *Braz Dent J* 20:303–306 Recuperado el 17 de noviembre del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20069253>
- Rodríguez, J., Valiente, M. y Sánchez, M. (2019). Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. *J Esthet Restor Dent*. vol 1–10. Recuperado el 19 de febrero del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30692533>
- Silveira. L., Bruniera. R., Henrique. P., Tovar. N. y Coelho. P. (2016). Clinical comparison of Sales Procedures at home and in the dental whitening office: a randomized trial of a split mouth design. *Quintessence Publishing Co. Inc.* vol 36, num 2. Recuperado el 28 de diciembre del 2019 de <http://www.ijdr.in/article.asp?issn=09709290;year=2018;volume=29;issue=4;spage=423;epage=427;aulast=Mounika>
- Soares, D., Basso, F., Hebling, J. y de Souza, C. (2014). Concentrations of and application protocols for hydrogen peroxide bleaching gels: effects on pulp cell viability and whitening efficacy. *Journal of dentistry* 42/185–198. Recuperado el 05 de agosto del 2019 de <https://sci-hub.tw/10.1016/j.jdent.2013.10.021>
- Soares, D., Basso, F., Salles, D., Hebling, J. y de Souza, C. (2015). Responses of Human Dental Pulp Cells After Application of a Low-Concentration Bleaching Gel to Enamel. *Arch Oral Biol*. vol 60(9). Recuperado el 18 de agosto del 2019 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26163982/>
- Soares, D., Dias, A., da Silveira, F., Hebling, J. y de Souza, C. (2013). Efficacy and Cytotoxicity of a Bleaching Gel After Short Application Times on Dental Enamel. *Clin Oral Investig*. 17(8). Recuperado el 18 de agosto del 2019 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23224040/>
- Soares, D., Marcomini Duque, C., Bordini, E., Zuta, U., Basso, F., Hebling, J., Costa, C., (2019). Increased whitening efficacy and reduced cytotoxicity are achieved by the chemical activation of a highly concentrated

hydrogen peroxide bleaching gel. *Journal of Applied Oral Science*. vol.27. Recuperado el 05 agosto del 2019 de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572019000100467

- Torres, C., Wiegand, A., Sener, B. y Attin, T. (2010). Influence of chemical activation of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on its penetration and efficacy—In vitro study. *Journal of dentistry*. 838–846. Recuperado el 15 de abril del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20633597>
- Torres, C., Zanatta, R., Silva, T. y Borges A. (2018). Effect of Calcium and Fluoride Addition to Hydrogen Peroxide Bleaching Gel On Tooth Diffusion, Color, and Microhardness. *Operative Dentistry*. vol 44(4). Recuperado el 18 de marzo del 2020 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30673372>
- Yahyazadehfar, M., Zhang c, D. y Arola, D. (2016). On the importance of aging to the crack growth resistance of human enamel. *Journal homepage / Acta Biomaterialia*. 1742-7061 Recuperado el 3 de septiembre del 2019 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26747980>
- Zhaoa, X., Zanettic, F., Wang, L., Panb, J., Majeedc, S., Malmstroma, H., Peitschc, M., Hoengc, J. y Ren, Y. (2019). Effects of different discoloration challenges and whitening treatments on dental hard tissues and composite resin restorations. *Journal of Dentistry*. vol 89 / 103182. Recuperado el 05 enero del 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31430508/>

ANEXOS

ANEXO 1



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA DONACIÓN DE DIENTES

Responsables: Dra. Alexandra Mena Estudiante Sandra Sánchez
Institución: Universidad de las Américas Facultad de Odontología
Teléfono: +593 (2) 3981000 ext. 852 0992511163
Email: alexandra.mena@udla.edu.ec
sandra.sanchez.burbano@udla.edu.ec

Título del proyecto: Diferencia en la cantidad de peróxido de hidrógeno que penetra a la cámara pulpar de incisivos centrales, laterales y caninos después de realizar blanqueamiento en consultorio.

Para donar sus dientes extraídos por indicación del profesional, usted debe ser mayor de 18 años. Los dientes que haya donado serán utilizados en una investigación sobre el tema de blanqueamiento dental. Luego de obtener los resultados de este experimento, sus dientes serán desechados en la basura de desechos biológicos para su posterior destrucción.

PROPÓSITO

El objetivo es conocer si el producto que se usa para el blanqueamiento de sus dientes es capaz de llegar al interior de sus dientes y si la colocación de un gel de extracto de semilla de uva puede hacer con que haya menor cantidad de blanqueamiento en el interior del diente después del tratamiento. Este experimento ayudaría a conocer mejor el comportamiento del producto que se usa habitualmente para blanquear los dientes en el consultorio dental. El experimento durará 14 días desde que se tengan todos los dientes requeridos para obtener resultados confiables.

PROCEDIMIENTOS

Las raíces de los dientes serán cortadas y únicamente se utilizará la corona dental. La pulpa y los restos de las raíces serán depositadas en los desechos contaminados (basurero rojo) y no serán utilizados para ninguna otra observación o investigación. Se tomará el color de los dientes antes y después del blanqueamiento.

En el interior del diente se colocará un líquido llamado tampón acetato que absorberá y estabilizará el producto de blanqueamiento dental que pudiera penetrar al interior del diente. Después se realizará el blanqueamiento dental en cada diente. Solo un grupo de dientes recibirá un gel de extracto de semilla de uva por 10 minutos. El tampón acetato del interior de cada diente se pasará a un tubo de ensayo para luego ser mezclado con otros reactivos. Esa mezcla se convertirá en color violeta. La cantidad de color violeta será medido en una máquina que mostrará los resultados de la cantidad del producto blanqueador.

Esta investigación se realizará en un laboratorio de la Universidad de las Américas utilizando sus dientes donados voluntariamente. Se usará únicamente sus dientes extraídos por indicación del profesional y donados de forma voluntaria. Quiere decir que ningún experimento se realizará en su cuerpo y su presencia a la hora del experimento en los dientes no es solicitada.

RIESGOS

Usted debe entender que los riesgos que corre con su participación en este estudio al donar sus piezas dentales extraídos por indicación del profesional, son nulos. Usted debe entender que todos los procedimientos realizados para la extracción de los dientes que usted estaría dispuesto a donar, serán ejecutados por profesionales calificados y con experiencia, utilizando procedimientos universales de seguridad, aceptados para la práctica clínica odontológica. La extracción de los dientes no es parte de esta investigación.

BENEFICIOS Y COMPENSACIONES

Usted debe saber que donar voluntariamente sus dientes para esta investigación, no le proporcionará ningún beneficio inmediato ni directo, no recibirá ninguna compensación monetaria por su participación. Sin embargo, tampoco incurrirá en ningún gasto.

CONFIDENCIALIDAD Y RESGUARDO DE INFORMACIÓN

Usted debe entender que todos sus datos generales y médicos de su historia clínica, serán resguardados por los investigadores, en dónde se mantendrán en estricta confidencialidad y nunca serán compartidos con terceros. Los datos no serán utilizados para ningún otro propósito.

RENUNCIA

Usted debe saber que la donación de sus dientes extraídos es totalmente voluntaria y que puede decidir no hacerlo si así lo desea, sin que eso represente perjuicio alguno para su atención odontológica presente o futura. Los datos provenientes de sus dientes serán eliminados de la investigación en caso usted haya decidido retirarse.

DERECHOS

Usted tiene el derecho de hacer preguntas y de que sus preguntas le sean contestadas a su plena satisfacción. Puede hacer sus preguntas en este momento antes de firmar el presente documento o en cualquier momento en el futuro. Si desea mayores informes sobre la donación de dientes, puede contactar a cualquiera de los responsables, escribiendo a las direcciones de correo electrónico o llamando a los números telefónicos que se encuentran en la primera página de este documento.

ACUERDO

Nombre del Paciente

Firma del Paciente

Fecha

Nombre del Clínico Responsable

Firma del Clínico
Responsable

Fecha

Al firmar en los espacios provistos a continuación, y poner sus iniciales en la parte inferior de las páginas anteriores, usted constata que ha leído y entendido la información proporcionada en este documento y que está de acuerdo en donar sus dientes extraídos por indicación profesional. Usted recibirá una copia firmada de este documento.

