



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EFFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% CON Y SIN LA
ACTIVACIÓN DE LÁMPARA DE DIODOS EN LA MICRODUREZA
DEL ESMALTE**

PRESENTADA POR

OLGA ANGÉLICA VELÁSQUEZ VERGARA

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE CIRUJANO DENTISTA**

LIMA-PERÚ

2011

**EFFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% CON Y SIN LA
ACTIVACIÓN DE LÁMPARA DE DIODOS EN LA MICRODUREZA
DEL ESMALTE**

EL AUTOR HA PERMITIDO LA PUBLICACIÓN DE SU TESIS
EN ESTE REPOSITORIO.

ESTA OBRA DEBE SER CITADA.



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

SISTEMA DE
BIBLIOTECAS

Asesor: MG.CD Marco Abanto Román

Jurado: DR .Hans Morgenstern Orezzaoli
Mg, Marco Abanto Roman
CD. Claudio Peña Soto

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi padre que desde el cielo es mi guía y fortaleza para seguir adelante, también se lo dedico a mi mamá Carmen por su apoyo constante y fortaleza en momentos de crisis.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por permitirme la culminación de este trabajo.
- A mi mamá Carmen por su ayuda incondicional en todo momento.
- A mi asesor el Dr. Marco Abanto por su orientación y apoyo para la .realización del presente trabajo de investigación.
- Al Ingeniero Jesús Salinas por su paciencia y comprensión.
- A mi universidad San Martín de Porres por brindarme todos los conocimientos que hoy poseo.

INDICE

PORTADA

Titulo

Asesor y miembros del jurado

Dedicatoria

Agradecimientos

RESUMEN 3

ABSTRACT 4

INTRODUCCIÓN 5

Formulación del problema 8

Objetivos

• Objetivo general 8

• Objetivo específicos 8

Antecedentes 9

Hipótesis y variables

• Hipótesis 15

• Variables 15

Marco teórico

• Bases teóricas 15

• Definiciones conceptuales 34

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño de la investigación 36

Población población y muestra 36

Criterios de selección	
• Criterios de inclusión.....	37
• Criterios de exclusión	37
Operacionalización de variables.....	37
Técnica de recolección de datos.....	39
Técnica de procesamiento de la información	42
RESULTADOS	43
DISCUSION	50
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
FUENTES DE INFORMACION	55
ANEXOS	

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar cual es el efecto del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% con y sin la activación de lámpara de diodos en la microdureza del esmalte dental.

Correspondió a una investigación de diseño experimental, longitudinal realizado con una muestra no probabilística, intencional de 30 piezas dentales permanentes que siguieron los criterios de inclusión.

Materiales y Métodos: Se utilizó 30 piezas dentales, las cuales fueron preparadas para ser medidas mediante el indentador Vickers y distribuidas al azar en grupos de la siguiente manera: grupo control (n=15) tratadas con peróxido de hidrógeno al 35%, mientras que el grupo experimental(n=15) fueron tratadas con peróxido de hidrógeno al 35% mas el uso de lámpara de diodos.

Las mediciones de la microdureza se determinaron antes y después de realizado el clareamiento dental.

Resultado: Se encontró mediante la prueba paramédica t que en el grupo control y el grupo experimental hubo una pérdida significativa de microdureza ($p= 0,00$) después del clareamiento dental.

Conclusión: Se concluyó que el uso de lámpara de diodos en el clareamiento dental produce una mayor pérdida de microdureza que el clareamiento dental realizado sin esta fuente de luz, sin embargo la diferencia de pérdida de microdureza que existe entre estas dos técnicas de clareamiento no es significativa.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine what is the effect of dental bleaching with hydrogen peroxide to 35% with and without activation of light diodes in the microhardness of tooth enamel. It corresponded to an experimental design research, conducted with a no probabilistic sample, intentional of permanent teeth that followed the inclusion criteria.

Materials and methods: The teeth were prepared to be measured by the identical Vickers (VHN) and distributed at random into groups. The control group (n=15) were Treated with hydrogen peroxide 35%, while the experimental group (n = 15) were treated with hydrogen peroxide to 35% more the use of light emitting diode. The surface microhardness measurements were determined before and after of the dental bleaching.

Result: It was found by testing parametric T that in the control and in the experimental group there were a significant loss of microhardness ($p = 0.00$) after dental bleaching.

Conclusion: We concluded that the use of light emitting diode in the dental bleaching produces higher microhardness loss than the dental bleaching without light emitting diodes .However, the difference of microhardness decreased between this whitening systems is not significant.

INTRODUCCIÓN

Los cambios en los estilos de vida con el cada vez mas fuerte patrón estético como sinónimo de salud y apoyados fuertemente por los medios de comunicación que muestran la imagen de una perfecta y agradable sonrisa clareada, han hecho que el clareamiento dental tenga una gran demanda por los pacientes.⁽¹⁾

En la actualidad el odontólogo dispone de varias técnicas y sustancias para el clareamiento dental dependiendo si son para dientes vitales o no. Algunas como gels aplicables en férulas de autoaplicación nocturna o en el consultorio bajo aislamiento absoluto y otras como deposito intracameral en los dientes despulpados ⁽¹⁾.

Por lo que la presente investigación se dirige básicamente a las sustancias clareadoras usadas para dicho procedimiento, como son los peróxidos.

Estos hoy por hoy, son los productos más utilizados para el clareamiento dental. Su utilización a diferentes concentraciones y con diferentes características de pH hace que se comporten de forma diferente sobre las estructuras duras del diente. En general cuando el peróxido se disocia, produce una bajada del pH en el medio en el que se encuentra, de forma inmediata, este efecto sobre el esmalte y sobre la dentina, potencialmente, da lugar a un patrón de grabado ácido, cuya profundidad y características variarán en función del pH del producto y del tiempo de contacto. ⁽²⁾

Dentro de los peróxidos se encuentra el peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno, siendo este último un oxidante poderoso y generalmente el mas usado en consultorio a concentraciones elevadas, siendo la más común 35%.⁽⁴⁾

Con el paso del tiempo y el avance de la tecnología surgieron técnicas de clareamiento dental para mejorar la seguridad en la ejecución de la técnica, disminuir el tiempo utilizado en este procedimiento y al mismo tiempo mejorar el confort de los pacientes, entre ellas se encuentra el clareamiento dental con Light emitting diode(LED).⁽⁵⁾

Los LED son fuentes lumínicas creadas entre 1950 y 1960, cuyo uso en el clareamiento dental surgió después de la proposición hecha por MILLS (1995), para la utilización de los LED azules en la fotopolimerización de las resinas. Estas aceleran el proceso químico de los agentes clareadores (peróxido de hidrógeno) teniendo como resultado un clareamiento en menos tiempo.⁽⁵⁾

A pesar de esto existen controversias en cuanto a los cambios que el peróxido pueda producir sobre la superficie del esmalte en el clareamiento dental ya sea activado o no por LED, por lo que a través del tiempo se han venido realizando numerosos estudios con el fin de aclarar este tema.

Un ejemplo de esto es que en 1969 AEWELL Y COL refirieron cambios significativos en la estructura del esmalte como que el peróxido puede aumentar la permeabilidad del esmalte y remover la matriz de la superficie del mismo. Este estudio se refirió a una concentración de peróxido de 30%.⁽³⁾

Estudios mas recientes como el de Hasment Ulukapi (2007), indica que a excepción del clareamiento dental nocturno (10% de peroxido de carbamida) todas las otras técnicas de clareamiento dental generan una pérdida de microdureza del esmalte. Seguida por la Neves Gomes y col (2009), que refieren que el peróxido de hidrógeno al 35% con y sin la activación de LED genera una pérdida de microdureza del esmalte.⁽⁸⁾⁽¹⁰⁾ Por lo que el objetivo de este estudio es determinar cual es el efecto del clareamiento dental con peróxido de

hidrógeno al 35% con y sin la activación de lámpara de diodos (LED) en la microdureza del esmalte dental , ya que al ser los LED una de las fuentes lumínicas mas usadas en la actualidad por su bajo costo y fácil acceso a la población es importante que el odontólogo tenga un mayor conocimiento del efecto que este acompañado con el agente clareador tiene sobre las estructuras del diente y así poder brindar mayor seguridad a sus pacientes al momento de realizar el clareamiento dental y al mismo tiempo ganarse la confianza y satisfacción de los mismos.

- **Formulación del problema**

¿Cuál será el efecto del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35 % con y sin la activación de lámpara de diodos en la microdureza del esmalte dental?

- **Objetivos de la investigación:**

- a) Objetivo general**

Determinar cual es el efecto del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% con y sin la activación de lámpara de diodos en la microdureza del esmalte dental

- b) Objetivos Específicos**

- Describe los valores de microdureza del esmalte dental antes y después del clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% asociado o no al uso de LED.
- Establecer la microdureza del esmalte dental antes y después del clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% sin el uso de LED (grupo control).
- Establecer la microdureza del esmalte antes y después del clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% asociado al uso de LED (grupo experimental).
- Comparar la pérdida microdureza del esmalte según presencia o ausencia de LED durante el clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35.

- **Antecedentes**

Pugh, G. Zaidel, L. y col (2005) ,realizaron un estudio experimental, longitudinal cuyo objetivo fue evaluar el efecto del peróxido de hidrógeno en la microdureza ,morfología del esmalte y penetración pulpar, para lo cual 20 molares extraídos fueron divididos en 4 grupos, un grupo control y los otros 3 grupos fueron experimentales, en los que se utilizaron peróxido de hidrógeno al 3.5%, 7.0% y 12.0%.

Para los estudios de la cámara pulpar los dientes extraídos fueron expuestos a peróxido de hidrógeno al 3.5%,7.0%y 12.0% por 30 minutos, 4 y 7 horas .La microdureza se determinó antes de aplicar los agentes clareadores y luego de un total de 98 horas de exposición, lo que simula un clareamiento casero realizado por 2 semanas .La morfología de cada bloque de esmalte fue determinada antes y después del tratamiento clareador. Los resultados mostraron que no había diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental en lo que respecta a la morfología, microdureza del esmalte y penetración pulpar. Concluyéndose que el peróxido de hidrógeno en las concentraciones acá utilizadas no alteran la morfología, microdureza del esmalte ni la pulpa dental. ⁽⁷⁾

Ulukapi, H (2007), realizó un estudio experimental, longitudinal con el objetivo de evaluar el efecto del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% activado con luz, del peróxido de carbamida al 10% y la microabrasión del esmalte en la microdureza de este último. Para lo cual se utilizó 30 molares extraídas que fueron divididas en grupos. Las mediciones de la microdureza se realizaron antes de aplicar el agente clareador,

Inmediatamente después de la aplicación de este, a las 24, 48 72 horas y una semana después del tratamiento. Teniendo como resultado la ausencia de cambios en la muestra tratada con peróxido de carbamida al 10%, y presencia de una pérdida significativa de la microdureza del esmalte después de las 0 y 24 horas cuando las muestras se trataron con 18% de ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno al 35%, sin embargo después de 72 horas se observó un significativo aumento de microdureza en estos grupos. Por lo que se concluyó que a excepción del clareamiento vital nocturno (peróxido de carbamida al 10%) todas las demás técnicas de clareamiento causan una pérdida de microdureza de esmalte ⁽⁸⁾.

Berga, A. y col (2007), realizaron un estudio con el objetivo de analizar el efecto que producen sobre la superficie del esmalte el clareamiento dental con 10% de peróxido de carbamida y 3.5% de peróxido de hidrógeno, para lo cual se emplearon 20 pacientes separados en 2 grupos (10 en cada grupo). Los productos fueron aplicados de 2 a 3 horas diarias respectivamente durante 28 días. Obteniéndose como resultado al final del tratamiento que no había sido afectada la integridad de la superficie dental por lo que se concluyó que ninguno de los dos productos acá estudiados alteran las superficie del esmalte.⁽²⁴⁾

Toteda, M. y col (2008), realizaron un estudio longitudinal con el objetivo de evaluar el efecto de 6% de peróxido de hidrógeno en la microdureza del esmalte después de un uso de 8 semanas. Para lo cual las muestras fueron divididas en grupo control y en grupo experimental tomándose la medición de la microdureza antes y después de las 2, 4, 6 y 8 semanas de la aplicación del agente clareador ,obteniéndose como resultado que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la microdureza del esmalte entre el inicio y todos los tiempos de

tratamiento , por lo que se llegó a la conclusión que el peróxido de hidrógeno al 6% no tiene ningún efecto nocivo en la microdureza del esmalte .⁽²⁵⁾

Robson, A. y col (2009), realizaron un estudio experimental, longitudinal cuyo objetivo fue determinar el efecto de clareadores de uso domiciliario (peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrógeno al 7.5%) sobre la microdureza y morfología del esmalte dental, para este fin se utilizaron 30 molares extraídos y mantenidas en solución de timol para luego ser cortadas en 30 placas de esmalte de 3mmx 3mm para ser dividido en 3 grupos.

A los dos primeros grupos se le aplicó los agentes clareadores, el tercer grupo fue el grupo control .La prueba de microdureza fue realizada antes del tratamiento, a los 21 días del mismo y a los 14 días después de terminado el tratamiento, mientras que la morfología del esmalte se evaluó a los 14 días después de terminado el tratamiento, realizándose dicho análisis con la ayuda de un microscopio electrónico. Resultados: No se encontró diferencias en la microdureza del esmalte durante los 21 días de tratamiento, pero si un incremento de esta luego de los 14 días de finalizado el tratamiento, por otro lado se encontró diferencia en la morfología al comparar el grupo control con el grupo experimental .Por lo que se llegó a la conclusión que el peróxido de hidrógeno al 7.5% y el peróxido de carbamida al 10% producen cambios en la morfología del esmalte, mas no cambios en la microdureza del mismo. ⁽⁹⁾

Neves, M. y col(2009), realizaron un estudio experimental , longitudinal con el objetivo de evaluar la influencia de la exposición de luz asociada al 15 % o al 35% de peróxido de hidrógeno en la microdureza y cambio de color en el esmalte bovino.Se utilizaron 36 dientes bovinos los cuales fueron divididos en 4 grupos: Grupo A: Peróxido de hidrógeno al 15% + arco plasma, Grupo B: Peróxido de

hidrógeno al 15% sin luz ,Grupo C: Peróxido de hidrógeno al 35%con LED, y Grupo D : Peróxido de hidrógeno al 35% sin luz .El cambio de color fue medido en 4 tiempos: Antes del clareamiento , inmediatamente después, un día después del clareamiento y 7 días después del mismo , la microdureza fue medida antes y después del proceso clareador .Después del análisis estadístico, los resultados demostraron que la exposición de luz no influenciaba en el cambio de color después de 1 o 7 días para cualquiera de los sistemas de clareamiento. La microdureza del esmalte no fue alterada después del clareamiento con peróxido de hidrógeno al 15% sin embargo la microdureza del esmalte fue reducida después de clareamiento dental con peróxido de hidrogeno al 35%.Concluyéndose que estos dos sistemas de clareamiento son eficientes independientemente de los sistemas de luz utilizados, sin embargo el peróxido de hidrógeno al 35% altera la microdureza del esmalte⁽¹⁰⁾

Tomas, M. y col (2009), realizaron un estudio experimental, cuyo objetivo fue evaluar los efectos del clareamiento dental y fluoruro de fosfato acidulado (APF) con Led en el esmalte dental según el análisis de microdureza. Para esto se utilizaron terceras molares que fueron divididas grupos: Grupo II: peróxido de hidrogeno al 35% por 5 minutos y activado con led, Grupo III: Igual al tratamiento del grupo II mas 1.23% de APF aplicado por un minuto después de clareamiento. La microdureza se midió antes y después de todos los tratamientos. Al aplicar las pruebas estadísticas a los datos se obtuvo que los grupos II y III no mostraron diferencia significativa de microdureza antes y después del tratamiento. Concluyéndose que no hay diferencia significativa en los niveles de microdureza con la aplicación o no de APF después del tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35%. ⁽¹¹⁾

Colquehuanca, C. (2009), de la universidad Nacional Mayor de San Marcos realizó una tesis experimental, longitudinal cuyo objetivo fue evaluar la microdureza de la superficie del esmalte dental sometido al clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% en 15 piezas dentales permanentes, las cuales fueron divididos en 2 grupos de la siguiente manera grupo I: control (n=5), grupo II: experimental (n=10), evaluando la microdureza antes del tratamiento, a los 10 minutos después del tratamiento y 14 días después del mismo. Se aplicó la prueba no paramétrica de U Mann Whitney a los datos con lo que se determinó que hubo una pérdida de microdureza a los 10 minutos de realizado el tratamiento clareador, pero que a los 14 días esta microdureza se recuperó. Llegándose a la conclusión que el peróxido de hidrógeno provoca una pérdida de la microdureza de la superficie del esmalte, la cual luego es recuperada gracias a la acción de la saliva. ⁽¹²⁾

Bittencourt, S. y col (2010), realizaron un estudio experimental, con el objetivo de evaluar los efectos del uso combinado de peróxido de hidrogeno al 35% con irradiación de luz en el contenido mineral del esmalte humano, para lo cual se utilizaron 30 molares que fueron divididas en un grupo control y grupos experimentales utilizando tres productos de clareado: Whiteness HP Maxx, Pola Office, y Opalescence Xtra, los cuales fueron aplicados 3 veces para cada muestra. La concentración mineral fue determinada antes y después de cada tratamiento usando un espectroscopio Raman FT(FT-RS) y la cantidad de calcio que se pierde de la superficie clareada se cuantificó con un espectrómetro de absorción atómica (AAS). Los resultados mostraron una disminución del contenido mineral después de todos los tratamientos, por lo que se concluyó

que la mayoría de los tratamientos de clareado en combinación con o sin Luz puede reducir el contenido mineral de la superficie del esmalte .⁽⁶⁾

Magalhães, J. y col (2010), de la universidad general de la Paraíba realizaron un estudio experimental, con el objetivo de analizar la microdureza del esmalte dental humano expuesto al agente clareador peróxido de carbamida al 16%, con posterior aplicación, o no, de fluoruro de sodio . La muestra fue constituida por 20 terceras molares de los cuales fueron confeccionados 20 especímenes divididos en 2 grupos: Grupo A: compuesto por 10 especímenes que fueron clareados con peróxido de carbamida al 16%, Grupo B compuesto por 10 especímenes clareados y sometidos a la aplicación de fluoruro , después de haber sido tomadas las medidas iniciales y finales de microdureza para los dos grupos los resultados demostraron que, para el Grupo A, el agente clareador no presentó una reducción estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en la microdureza del esmalte dental, en el Grupo B, el uso de fluoruro de sodio restauró completamente la microdureza del esmalte, por lo que se concluyó que la técnica de clareamiento vital mediato con peróxido de carbamida a 16% es un tratamiento recomendado, pues aunque altere la microdureza del esmalte, esa pérdida es revertida probablemente debido al efecto tapón de la saliva y al uso de fluoruros post clareamiento.⁽¹³⁾

- **Hipótesis y variables:**

- a) Hipótesis**

El clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% asociado al uso de LED provoca una mayor pérdida de la microdureza del esmalte.

- b) Variables:**

- Variable dependiente:**

- Microdureza del esmalte dental.

- Variable Independiente:**

- LED.
 - Peróxido de hidrógeno al 35%.

- Variable intervinientes:**

- Tiempo de exposición de LED.

- **Marco teórico**

- A) Bases Teóricas:**

- Esmalte:**

- **Definición:**

La mayor parte del cuerpo del diente se encuentra constituida por la dentina y esta a su vez es la que soporta al esmalte, estructura fundamental en la resistencia y dureza del diente. ⁽⁴⁾

El esmalte llamado también tejido o sustancia adamantina, es el tejido mas duro del organismo debido a que estructuralmente esta constituido por millones de prismas altamente mineralizados que lo recorren en todo su espesor.

El esmalte es formado por la amelogénesis, dicho mecanismo comprende 2 grandes etapas:

- 1) La elaboración de una matriz orgánica extracelular.
- 2) La mineralización casi inmediata de la misma que involucra:
 - A) Formación, de los cristales.
 - B) Remoción de la matriz orgánica y maduración del cristal.

Su unidad estructural básica son los prismas del esmalte. El conjunto de prismas del esmalte forma el esmalte prismático en la periferia de la corona y en la conexión amelodentinaria el denominado esmalte aprismático. ⁽¹⁴⁾

• Características:

- Deriva del órgano del esmalte de naturaleza ectodérmica.
- La matriz orgánica del esmalte es de naturaleza proteica y en su composición química no participa el colágeno.
- Los cristales de hidroxapatita del esmalte se hallan densamente empaquetados y son de mayor tamaño que los de otros tejidos mineralizados.
- Los ameloblastos tras completar la formación del esmalte involucionan y desaparecen durante la erupción dentaria por un mecanismo de apoptosis .Esto implica que no hay crecimiento ni nueva aposición de esmalte después de la erupción.

- El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares por eso actualmente no se le considera como un tejido sino como una sustancia extracelular altamente mineralizada. Las células que le dan origen, no quedan incorporadas a él y por ello el esmalte es una estructura acelular, avascular y sin innervación
- El esmalte no posee poder regenerativo ya que frente a una noxa este reacciona con pérdida de sustancia, aunque puede darse en él fenómeno de remineralización.⁽¹⁴⁾

- **Propiedades Físicas:**

- 1. Dureza:**

La dureza del esmalte se debe a que presenta un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo de matriz orgánica (0.36-2%). Los cristales de hidroxiapatita constituidos por fosfato de calcio representan el componente inorgánico del esmalte. En esto se asemeja a otros tejidos mineralizados como el hueso, la dentina y el cemento.⁽¹⁴⁾

- 2. Elasticidad:**

Es muy escasa pues depende de la cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee. Por ello es un tejido frágil, con tendencia a las macro y micro fracturas, esto se debe de tener en cuenta al momento de tallar las paredes cavitarias.⁽¹⁴⁾

3. Color y Transparencia:

El color varia entre un blanco amarillento a un blanco grisáceo ⁽⁵⁾, pero este color no es propio del esmalte sino que depende de las estructuras subyacentes, en especial de la dentina. ⁽¹⁴⁾

La espesura del esmalte no es uniforme por toda la extensión del diente ⁽⁵⁾, por lo que en las zonas de mayor espesor (cúspides) tiene tonalidad grisácea y donde es más delgado (cervical) presenta un color blanco amarillento. A mayor mineralización, mayor translucidez. ⁽¹⁴⁾

4. Permeabilidad:

Es extremadamente escasa, sin embargo el esmalte puede actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal. La propiedad de semipermeabilidad es muy reducida en los dientes viejos. ⁽¹⁴⁾

5. Radiopacidad:

Es muy alta en el esmalte ya que es la estructura mas radiopaca del organismo humano por su alto grado de mineralización. En radiografías dentales aparece como un capuchón blanco y en ellas las zonas afectadas por caries son detectables por tener disminuida la radiopacidad (Se observa una radiolucidez de tonalidad gris oscura) debido a la alteración y descalcificación del área afectada. ⁽¹⁴⁾

- **Composición Química:**

1. Matriz Orgánica: Entre las proteínas presentes en mayor o menor medida en la matriz orgánica del esmalte en las distintas fases de su formación destacan: ⁽¹⁴⁾

a) Las amelogeninas:

Se denominan proteínas del esmalte inmaduro y se localizan entre los cristales de hidroxipatita, sin estar ligadas a ellos. Tienen la función de regular el tamaño de los cristales. ⁽¹⁴⁾

b) Las enamelinas:

Representan el 2-3% de la matriz orgánica del esmalte y se ha sugerido que resultan de la degradación de las amelogeninas. ⁽¹⁴⁾

c) Las ameloblastinas o amelinas:

Estas se localizan en las capas más superficiales del esmalte y en la periferia de los cristales. Representa el 5% del componente orgánico. ⁽¹⁴⁾

d) La tuftelina:

Se localiza en la zona de unión amelodentinaria al comienzo del proceso de formación del esmalte. Representa el 1-2% del componente orgánico. Inician el proceso de mineralización debido a su capacidad de unirse al componente mineral ⁽¹⁴⁾

e) La Parvalbumina:

Su función esta asociada al transporte de calcio del medio intracelular al extracelular. ⁽¹⁴⁾

2. Matriz Inorgánica: Esta constituida por sales minerales calcicas básicamente de fosfato, carbonato y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, cobre, etc.

El flúor incorporado a los cristales de hidroxipatita incrementa su resistencia al ataque de caries, mientras que un mayor porcentaje de carbonatos lo torna más susceptible al inicio de la misma ⁽¹⁴⁾

a) Agua:

Se localiza en la periferia del cristal constituyendo la capa de hidratación o capa de agua absorbida. El porcentaje de agua en el esmalte disminuye progresivamente con la edad. ⁽¹⁴⁾

Clareamiento dental:

• Definición:

El clareamiento dental es un procedimiento clínico para el tratamiento de las discromías de diversa etiología ⁽³⁾, aplicando sustancias altamente oxidantes como el peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida cuya correcta indicación y realización nos garantizaran resultados efectivos y satisfactorios, tratando de no alterar la estructura básica de los tejidos dentarios.⁽¹²⁾

- **Mecanismo de acción:**

Los agentes clareadores actúan por un mecanismo de oxidación ⁽¹²⁾ (Efecto redox)⁽¹⁵⁾. Los oxidantes actúan en las uniones de los radicales de las sustancias cromógenas y los rompen ⁽³⁾. básicamente, la sustancia clareadora penetra en la estructura dental por el bajo peso molecular ⁽¹²⁾, de este modo los pigmentos del esmalte y la dentina son alterados obteniendo un efecto clareador ⁽³⁾. El papel del peróxido en el proceso de clareamiento no es el de eliminar los cromógenos, sino el de separar los dobles enlaces moleculares transformando estas cadenas complejas de las sustancias cromógenas en cadenas simples carentes de dobles enlaces y ópticamente neutras, en otras palabras transparentes. ⁽²⁶⁾

- **Agentes clareadores:**

1) Características de un buen agente clareador:

- Fácil aplicación.
- Debe tener un pH. neutro o cercano para evitar daños sobre los tejidos dentarios o tejidos blandos.
- Liberación prolongada del peróxido para minimizar la duración del tratamiento y asegurar su eficacia.
- Debe ser muy viscoso y con buena adherencia a la férula de blanqueamiento dental, para evitar la excesiva ingestión del mismo durante el tratamiento domiciliario.
- Debe tener una adecuada cantidad de agua en su composición para minimizar la deshidratación del diente.⁽³⁾

2) Peróxido de Carbamida:

También se le denomina: Peróxido de urea, peróxido de hidrógeno ureico, etc.⁽³⁾

En el clareamiento dental el peróxido de carbamida normalmente se usa en concentraciones del 10 al 15% y tiene un pH de 6.5 ⁽¹⁵⁾

El agente clareador activo en el peróxido de carbamida es el peróxido de hidrógeno., un gel de peróxido de carbamida al 10% contiene aproximadamente 3.3 a 3.5% de peróxido de hidrógeno, el resto es urea, glicerina o glicol ⁽³⁾

3) Peróxido de Hidrógeno:

El peróxido de hidrógeno es el agente clareador mas efectivo⁽¹⁸⁾, que por su bajo peso molecular penetra fácilmente la estructura dentaria, es degradado a agua y oxígeno, liberando sus radicales libres, los cuales están desemparejados, son muy inestables y altamente oxidantes. La estabilidad la consiguen uniéndose a los radicales cromóforos, rompiendo sus uniones y transformándolos en moléculas pequeñas, produciéndose de esta forma el clareamiento. ⁽³⁾

4) Perborato de Sodio:

Este agente oxidante esta disponible en forma de polvo, o en varias combinaciones comerciales patentadas. Cuando esta fresco, contiene 95% de perborato de sodio, que corresponde al 9.9% de oxígeno disponible. Es estable cuando esta seco, pero en presencia de ácido, aire caliente o agua descompone para formar metaborato de sodio, peróxido de hidrógeno y oxígeno efervescente ⁽¹⁵⁾

- **Etiología de la decoloración de un diente:**

La etiología de las decoloraciones o pigmentaciones es multifactorial ⁽³⁾ y pueden ser: Exógenos o extrínsecas, intrínsecas o endógenas, pudiendo afectar tanto a dientes vitales como no vitales. Todas las sustancias que causan coloraciones anormales en los dientes se llaman cromogénicas ⁽¹⁷⁾

1) Exógenas o Extrínsecas:

Las alteraciones extrínsecas son aquellas en las que el cromógeno se deposita tomando íntimo contacto con la superficie del diente. ⁽²⁶⁾ En las causas de pigmentaciones extrínsecas los cambios de color se deben principalmente a hábitos alimenticios. Dentro de las causas exógenas

Tenemos: ⁽¹⁵⁾

- Tabaco.
- Bebidas (vino, te).
- Colorantes alimentarios.⁽³⁾

2) Intrínsecas o endógenas:

Este cambio de color ocurre cuando un agente que pigmenta penetra el diente, es decir aquellas en las que existe depósito de cromógeno entre el esmalte y la dentina ^{(15) (26)} .Dentro de las causas endógenas locales existen diversas causas como la degradación pulpar.⁽¹⁷⁾

Las causas sistémicas pueden ser:

- Enfermedades congénitas.
- Terapia de antibióticos (tetraciclinas).
- Fluorosis dental. ⁽¹⁷⁾

- **Indicaciones:** Estas se pueden dividir en indicaciones para dientes vitales y para no vitales.

1) Indicaciones para dientes vitales:

- Decoloración por tetraciclinas grados 1 y 2.
- Fluorosis con defectos superficiales.
- Decoloración idiopática.
- Tratamientos complementarios a algún tratamiento restaurador como carillas, resinas.
- Decoloraciones causadas por café, te o tabaco que no puedan ser retiradas con profilaxis o por el propio envejecimiento natural del diente. ⁽³⁾

2) Indicaciones para dientes no vitales:

Dientes con adecuado tratamiento endodóntico que revele la ausencia de sintomatología o de signos radiográficos patológicos periapicales y que además posean una buena cantidad de tejido dentario remanente. ⁽³⁾

- **Contraindicaciones:**

a) Contraindicaciones específicas: Se pueden dividir en contraindicaciones para dientes vitales y no vitales.

1) Contraindicaciones en dientes vitales:

- Pulpas extremadamente amplias, por el riesgo a que se vean comprometidas perjudicialmente durante el clareamiento dental.
- Casos muy severos de coloraciones por fluorosis o tetraciclinas grado 3.

- Dientes que presentan lesiones cariosas, enfermedad gingival o periodontal. ⁽³⁾

2) Contraindicaciones en dientes no vitales:

- Dientes con extensa pérdida de estructura, ya sea por inadecuada técnica de acceso endodóntico y /o por la extensión misma del proceso carioso que origino el cuadro.
- Dientes que al examen radiográfico muestren signos de lesión periapical.
- Dientes con esmalte fisurado o hipoplásico.⁽³⁾

b) Contraindicaciones generales:

- Embarazo, lactancia y pacientes menores de 16 años.
- Presentar sensibilidad a alguno de los componentes. ⁽³⁾

- **Técnicas de clareamiento:**

- a. De acuerdo al estado pulpar:**

- 1) Clareamiento en dientes vitales:**

- 1. a) clareamiento domiciliario:**

Se usa el peróxido de carbamida al 10, 15, 16, 20 o 22% o productos del peróxido de hidrogeno al 5.5 o 7.5 %.⁽³⁾

Esta técnica se realiza con la ayuda de la confección de una férula de clareamiento realizada por el especialista.

Requisitos de la férula para evitar que durante la aplicación el agente clareador presente contacto con los tejidos periodontales:

- Respetar el margen gingival aprox. 1mm.

- Ser festoneado de acuerdo a la anatomía gingival de cada uno de los dientes.
- Utilizar un acetato rígido perfectamente ajustado al tercio cervical de los dientes a clarear.

Los resultados de este tratamiento se observan a las 2 semanas utilizando entre 2 y 6 horas diarias dependiendo de la casa comercial. ⁽¹⁷⁾

1.b) clareamiento en consultorio:

Se utiliza el peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida al 35%. y puede o no ser activado por luz. ⁽¹⁷⁾

Procedimiento:

- Previamente hay que realizar una profilaxis adecuada y controlar que no existan restauraciones defectuosas, caries o defectos estructurales en los cuales este expuesta la dentina.
- Posteriormente se aísla el campo operatorio con un dique mediano o grueso de manera adecuada sin anestésiar al paciente.
- Se laza cada diente para invaginar el dique y se aplica un protector gingival para evitar el contacto del agente clareador con los tejidos periodontales.
- Se aplica el agente clareador según las indicaciones de cada fabricante.
 1. Sin activación de luz, el procedimiento se repite 3 sesiones dejando 15 días entre sesión y sesión. ⁽¹⁷⁾
 2. Utilización de una fuente de calor tal como: LED. ⁽¹²⁾

Este es el método más eficaz porque el peróxido de hidrógeno se maneja a su más alta concentración, el dentista tiene el control del material evitando dañar los tejidos pulpares.⁽¹⁹⁾.

1.c) Clareamiento combinado:

Este tipo de tratamiento se refiere a la utilización de dos técnicas: domiciliaria y de consultorio, y podría ser utilizada frente a una decoloración moderada o severa como las ocasionadas por fluorosis o tetraciclinas. ⁽³⁾

2) Clareamiento en dientes no vitales:

Requiere la apertura por palatino, para crear en esa zona una concavidad que alojara al agente clareador. Los agentes clareadores más usados para esta técnica son el peróxido de hidrógeno y el perborato de sodio. ⁽¹⁷⁾

- **Beneficios del clareamiento dental:**

El principal beneficio es la satisfacción personal de tener una dentición más clara que le permita al paciente sentirse cómodo y agradable con su sonrisa.⁽¹⁸⁾

- **Complicaciones/ Riesgos:**

1) Longevidad y factores asociados.

El éxito del clareamiento tanto en dientes vitales como en no vitales es impredecible ya que la longevidad de los resultados no puede ser 100% garantizado por el Odontólogo. Howell (1981) comprobó en un estudio in vivo que el 50% de los dientes clareados presentaron regresión del color después de un año de haberse realizado el tratamiento. Fasanaro (1992) estableció que el

tratamiento debe repetirse cada dos años. En cuanto al tratamiento en dientes no vitales se ha recomendado que todo diente que reciba clareamiento intracoronal debe ser controlado durante siete años aproximadamente, tanto clínica como radiográficamente; si se diagnostica una respuesta cervical inflamatoria, se deberá realizar de inmediato una terapia con hidróxido de calcio. ⁽¹⁸⁾

2) Sensibilidad en los tejidos blandos:

La sensibilidad gingival debe estar relacionada con la respuesta del paciente a la concentración de la solución de peróxido. Clínicamente, no se han reportado con frecuencia problemas en los tejidos blandos, sin embargo puede existir una irritación de la encía o mucosa durante la fase inicial del tratamiento. Para disminuir esta irritación se sugiere reducir el tiempo de exposición al agente clareador, si el problema persiste, se debe suspender el tratamiento por uno o dos días mientras mejora la condición gingival. Cuando se realiza el clareamiento en dientes vitales con el uso del protector nocturno, debe asegurarse el perfecto adaptado de este a los márgenes gingivales; si el clareamiento es realizado en el consultorio, utilizando altas concentraciones de peróxido de hidrógeno, debe realizarse un buen aislamiento absoluto acompañado del uso de un aislante de los tejidos blandos. ⁽¹⁸⁾

3) Sensibilidad dentaria post-operatoria:

La sensibilidad dental parece estar relacionada con el paso de peróxido de hidrógeno a través del esmalte y la dentina, lo que produce una ligera irritación pulpar (Feinman, 1.995), ⁽²⁰⁾ por esta razón, se contraindica el tratamiento en pacientes con hipersensibilidad dentaria no controlada. Se presenta en un 5 a

10% de los pacientes, es fácil de tratar y reversible. Ese porcentaje puede aumentar a medida que aumenta la concentración del peróxido. Una vez producida la sensibilidad se debe interrumpir el tratamiento por 24 o 72 horas. ⁽³⁾

4) Prurito orofaríngeo y náuseas:

Puede ocurrir cuando se colocan cantidades excesivas de gel clareador en la férula. Se debe advertir al paciente que no debe bruxar o masticar con la férula puesta ya que esto podría provocar que el agente clareador salga expulsado o sea deglutido. Si las férulas causan reflejo nauseoso esto puede ser producido por la sobretensión en el sector posterior, lo cual puede solucionarse recortando la parte de la férula que no contiene agente clareador sobretodo la parte correspondiente a la segunda y terceras molares ⁽³⁾

5) Disturbios de ATM:

Pueden ser incrementados si pacientes susceptibles a esto usan las férulas de clareamiento ⁽³⁾.

6) Movimientos dentarios

Estos pueden producirse cuando los pacientes usan las férulas por largos periodos de tiempos, También pueden observarse en pacientes con tratamiento ortodóntico o cirugía periodontal reciente. ⁽³⁾

Lámparas de fotoactivación :

- **Definición:**

La principal misión de la lámpara de fotoactivación en el proceso de endurecimiento del composite consiste en la activación, mediante su energía

lumínica, de los compuestos químicos fotoiniciadores existentes en la propia formulación del material, estos compuestos cuyo principal representante son las canforoquinonas provocan tras su fotoactivación la aparición de radicales libres capaces de desencadenar la reacción química deseada sobre el compuesto. ⁽²¹⁾ los cuales desencadenarán la reacción química de transformación del producto inicial en el producto final deseado. En el caso del clareamiento dental las diferentes fuentes activadoras no son las responsables por el clareamiento del elemento dental, ellas solamente incrementan la activación del agente clareador que es el verdadero responsable por el clareamiento de los dientes. ⁽⁵⁾

Teniendo esto en cuenta, podemos comprender cómo el desarrollo tecnológico de las lámparas de fotopolimerización se centra en la búsqueda de una fuente lumínica que en virtud de ciertas características, consiga romper, en el menor tiempo posible, el mayor número de radicales cromóforos ⁽¹⁹⁾ y a la vez disminuir la generación de calor, aumentando el confort del paciente en relación con el tiempo de aplicación y disminuyendo la sensibilidad dentaria durante el tratamiento. ⁽⁵⁾

Así pues, según lo anteriormente expuesto, dentro de las lámparas más usadas actualmente en el mercado, tenemos. ⁽¹⁹⁾

- **LED (Luz emitida por diodos):**

La producción de energía se realiza por medio del paso de corriente eléctrica a través de los diodos emisores de luz (LED) ⁽⁴⁾. Básicamente esta tecnología corresponde a una combinación de dos diferentes semiconductores n-doped y p-doped (por sus siglas en inglés n-doped es carga negativa y p-doped es carga

positiva). Los semiconductores n- doped tienen un exceso de electrones y los semiconductores p- doped tienen una necesidad de electrones. Cuando ambos tipos de semiconductores son combinados, los electrones del semiconductor n- doped y los agujeros del p-doped son conectados. Como resultado de la característica del diodo se genera una luz con una específica longitud de onda. Estas lámparas no presentan focos, son diodos ordenados de manera simétrica y en forma radial y de manera concéntricas que generan luz con una longitud de onda que van desde los 440 y 490 nm. ⁽⁴⁾

1) Ventajas:

- No hay necesidad de sistemas de filtros.
- Desarrollo de baja temperatura.
- Consumo bajo de energía (es posible la operación con batería).
- La estructura puede ser completamente desinfectada al carecer y no requerir de hendiduras de ventilación.
- Son silenciosas puesto que este tipo de bombillas no requieren refrigeración mediante ventilación.⁽¹⁹⁾

2) Desventajas:

- Debido a su espectro de emisión angosto, la unidad de fotopolimerización sólo puede polimerizar materiales con una absorción máxima entre 440 y 490nm (canforquinona como foto iniciador) .⁽⁵⁾

Dureza:

Se puede definir que la dureza es la resistencia superficial de un material a ser rayado, también se puede definir la dureza como la resistencia que ofrece un material a la indentación o penetración permanente de su superficie

El esmalte presenta una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mohs (es una escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita. La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea que está en relación directa con el grado de mineralización.

Estudios establecen los valores promedios de dureza del esmalte en dientes permanentes entre 3.1 y 4.7 Gpa. Las variaciones observadas en la microdureza del esmalte estarían dadas por la diferente orientación y cantidad de cristales en las distintas zonas del prisma.⁽¹⁴⁾

Hay diversos métodos para medir la dureza, la diferencia de ellos radica en el tipo de penetrador utilizado.

Las pruebas utilizadas con mayor frecuencia son la Brinell, la Rockwell, la Vickers y la Knoop. La elección de la prueba la determina el material que se va a medir.⁽¹²⁾

Independientemente de la prueba, el método general para medir la dureza consiste en aplicar una fuerza estandarizada o un peso determinado sobre la punta penetradora.

a) Prueba de dureza de Vickers:

Es una prueba de dureza por penetración, en la cual se usa una máquina calibradora para aplicar una carga compresiva predeterminada con un

penetrador piramidal de diamante de base cuadrada y ángulos entre caras de 136 grados apoyados sobre la superficie del material bajo prueba.

Para conocer la dureza después de retirar la carga se miden las diagonales cuadradas producidas por el indentador, deben medirse ambas diagonales y su valor promedio usarse como base para el cálculo del número de dureza de Vickers. Se recomienda efectuar la medición con la huella centrada tanto como sea posible en el campo óptico del microscopio.⁽²¹⁾

La prueba es recomendable al determinar la dureza de materiales pequeños y duros, por lo que se puede usar esta prueba para medir la dureza de las estructuras dentales.⁽²⁰⁾

B) Definiciones conceptuales:

1. Efecto Redox: Efecto combinado de oxidación y reducción. El agente oxidante capta electrones de los pigmentos que lo ceden, reduciéndose y el agente reductor cede electrones, oxidándose.⁽¹⁵⁾

2. Carga: La fuerza general aplicada a un objeto por parte de objetos externos.⁽²²⁾

3. Identador: Dispositivo utilizado en una prueba de dureza que es oprimido contra el material de prueba.⁽²²⁾

4. Oxidación: Oxidación es la pérdida de electrones en un material.⁽¹⁵⁾

5. Peróxido de carbamida: Combina el peróxido de hidrógeno con urea. El producto comercial está en concentraciones del 10 al 15% generalmente.⁽¹⁵⁾

6. Peróxido de hidrogeno: Agua oxigenada H₂O₂ con concentraciones de oxígeno variadas:35%.⁽¹⁵⁾

7. Perborato de Sodio: Sal que puede tener disponible hasta un 9.9% de oxígeno.⁽¹⁵⁾

8. Prueba de dureza: Experimentos estandarizados diseñados para determinar cómo un material responde a fuerzas externas que intentan rayar, penetrar o indentar el material.⁽²²⁾

9. Radical cromóforo: Un radical cromóforo es un grupo de átomos no saturados, susceptibles de dar coloración a las moléculas de las cuales forman parte.⁽²³⁾

10 Diodo. Un diodo es un componente semiconductor, que se caracteriza por permitir un paso fácil de corriente en un sentido y difícil hacia el contrario.

MATERIAL Y MÉTODO

- **Diseño de la investigación:**

Es experimental ya que la investigación es en Vitro y hay una manipulación de las variables independientes, habiendo un grupo de estudio y un grupo control.

Es de longitudinal porque se estudiarán las variables en un antes y un después, por último es prospectivo debido a que el estudio está marcado por un principio y un fin teniendo como punto inicial la recolección de las piezas dentarias.

- **Población y muestra:**

a) Población: Primeras y segundas premolares tanto superiores como inferiores extraídas por indicaciones ortodónticas recientes de diferentes consultorios privados y clínicas odontológicas.

b) Muestra: De la población enunciada se procedió a la selección intencional de 30 piezas dentales premolares tanto superiores como inferiores, de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión determinados para este estudio.

➤ **Grupo control:** 15 premolares tratadas con peróxido de hidrógeno al 35%

➤ **Grupo muestral:** 15 premolares tratadas con peróxido de hidrógeno al 35% más el uso de LED.

c) Tipo de muestreo: No probabilístico, intencional.

- **Criterios de selección:**

- a) Inclusión:**

- Dientes extraídos recientemente.
 - Primeras o segundas premolares vitales que tengan Integridad coronaria.
 - Primeras o segundas premolares sin grietas y/o fisuras.
 - Primeras o segundas premolares sin caries.

- b) Exclusión:**

- Primeras o segundas premolares con manchas blancas.
 - Primeras o segundas premolares con endodoncia.
 - Primeras o segundas premolares que presenten algún tipo de restauración como resina, amalgama, ionómero .etc.

- **Operacionalización de variables**

- Variable dependiente:**

- Microdureza del esmalte dental.

- Variable Independiente:**

- LED.
 - Peroxido de hidrogeno al 35%.

Variable intervinientes:

- Tiempo de exposición de LED.

Variables		Naturaleza	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento o Unidad de medición
Variable Dependiente	Microdureza del esmalte dental	Cuantitativa	Esmalte dental	Profundidad de impacto en kg/mm ²	Razón	Microdurometro de Vickers
Variable Independiente	LED	Cualitativa	Con luz Sin luz	Luz LED	Nominal	Observación
	Peroxido de Hidrogeno	Cualitativa	Bueno Malo	Agente Clareador al 35%	Nominal	Observación
Variable Interviniente	Tiempo de exposición de LED en las piezas dentarias	Cuantitativa	Piezas dentarias	15 Minutos	Razón	Observación

- **Técnica de recolección de datos:**

La recolección de datos se efectuó antes y después de exponer la muestra al clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% asociado o no al uso de LED y a través de la prueba de microdureza de vickers, procedimiento a medir en kg/mm².

Los datos obtenidos fueron anotados en las fichas confeccionadas por el investigador para este fin.

A) Materiales

1) Material para la recolección de la medida de la dureza

- Ficha de registro.

2) Materiales para el clareamiento:

- Gel clareador (Whiteness Hp matt).
- Solución de saliva artificial.
- LED

3) Materiales para la confección de las muestras:

- Acrílico dental transparente.
- Dientes premolares.
- Bloque de madera de 2cm x 1cm.
- Material de impresión (alginato).

- Zocaladores.
- Taza de goma.
- Espátula para alginato.

4) Instrumentos para pulir las muestras

- Disco de pelo de cabra.
- Fieltro de algodón.
- Pasta de pulido.

5) Equipo

- Microdurometro de vickers.

B) Procedimiento:

1) Preparación de la muestra:

- Las piezas dentales que siguieron los criterios de inclusión fueron sometidas a profilaxis y almacenadas en recipiente de vidrio con saliva artificial, hasta el inicio de la fase experimental.
- Una vez comenzada la fase experimental se elaboró una imagen en negativo con alginato, mediante la impresión de un bloque de madera de 2cm x 1cm, donde se colocó el diente mostrando la cara vestibular para realizar inmediatamente el vaciado con acrílico dental, creando 30 probetas de acrílico de 2cm x 1cm, las cuales fueron divididas en el grupo control y en el grupo experimental.

2) Medida inicial de la microdureza:

- Antes de proceder a la medida se preparo las superficies del esmalte con un sistema de pulido para obtener una superficie lisa, brillante y acabado tipo espejo y así lograr una mejor lectura con el microdurometro.
- Se preparo el microdurometro de vickers colocando el peso con el que seria medida la dureza, correspondiente a 200 gramos, la que se mantuvo por 15 segundos para cada indentación.
- Se hicieron 3 indentaciones, de las cuales se miden las diagonales producidas por el indentador, obteniéndose 1 promedio.
- Con este valor se procedió a aplicar la formula para la obtención de la microdureza de vickers.

$$Hv = \frac{1.854 \times p}{d^2}$$

Donde:

- **HV** = Dureza de Vickers
- **P** = Fuerza en gramos
- **d²** = Diagonales dejadas por la indentación.

3) Aplicación del agente clareador:

Se Procedió a la aplicación del peróxido de hidrógeno al 35% (Whiteness Hp matt) según las indicaciones del fabricante en ambos grupos, siendo la muestra del grupo experimental potenciada por la lámpara LED de arcada completa durante 15 minutos.

Luego las muestras de ambos grupos fueron sometidas a un lavado profuso de agua destilada por un periodo de 10 segundos para eliminar los restos del agente clareador.

4) Medición final de la microdureza:

Se realizó la medición de la microdureza a los 10 minutos de la aplicación del agente clareador, siguiendo los pasos ya mencionados.

- **Técnica del procesamiento de la información:**

Una vez recolectados los datos en el instrumento diseñado por el investigador, estos son procesados en el programa SPSS Versión 18.0, realizándose la prueba paramétrica t debido al resultado de la prueba de normalidad.

Los datos fueron expresados en tablas y gráficas.

RESULTADOS

TABLA 1

Descripción de los valores de microdureza del esmalte en kg/mm² (vickers) antes y después del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% sin y con el uso de LED

		sin LED		con LED	
		(grupo control)		(grupo experimental)	
		f	%	f	%
Antes	258-356	11	73.3	7	46.7
	357-455	4	26.7	8	53.3
	total	15	100	15	100
Después	258-356	13	86.6	13	86.6
	357-455	2	13.4	2	13.4
	total	15	100	15	100

Se observa que; en el grupo que recibió clareamiento sin LED, los valores de microdureza antes del tratamiento estuvieron en un 26.7% entre 357-455 y después del tratamiento estuvieron en un 13.4% entre 357-455. Con respecto al grupo que recibió clareamiento con LED, los valores de microdureza antes del tratamiento estuvieron en un 53.3% entre 357-455 y después del tratamiento estuvieron en un 13.4% entre 357-455.

TABLA 2

Prueba de normalidad de la variable microdureza

	Antes		Después	
	n	* Sig.	n	* Sig.
Grupo control	15	0.083	15	0.168
Grupo experimental	15	0.885	15	0.646

Se observa que los valores de microdureza del antes y después tanto en el grupo control como en el experimental, cumplen una distribución de normalidad.

TABLA 3

Microdureza del esmalte dental en kg/mm² (Vickers) antes y después del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% sin LED (GRUPO CONTROL)

	n	Media	S	* Sig.
Antes	15	352	51.509	,000
Después	15	301.13	36.273	

Se observa que; el promedio de microdureza antes del clareamiento es de 352 y después del clareamiento es de 301.13, siendo la diferencia de promedios estadísticamente significativa.

TABLA 4

Microdureza del esmalte dental en kg/ mm² (Vickers) antes y después del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% con el uso de LED (GRUPO EXPERIMENTAL)

	n	Media	S	* Sig.
Antes	15	362.47	35.067	,000
Después	15	298.13	35.416	

Se observa que; el promedio de microdureza antes del clareamiento es de 362.47 y después del clareamiento es de 298.13, siendo la diferencia de promedios estadísticamente significativa.

GRÁFICO N° 1

Microdureza del esmalte en kg/mm² (vickers) antes y después del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% con y sin LED

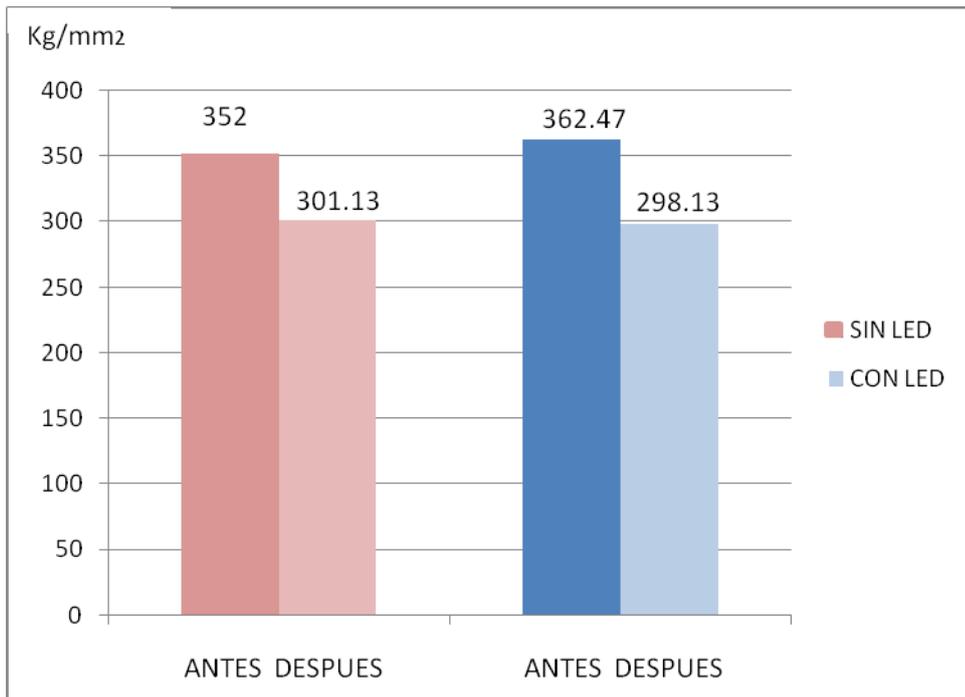


TABLA 5

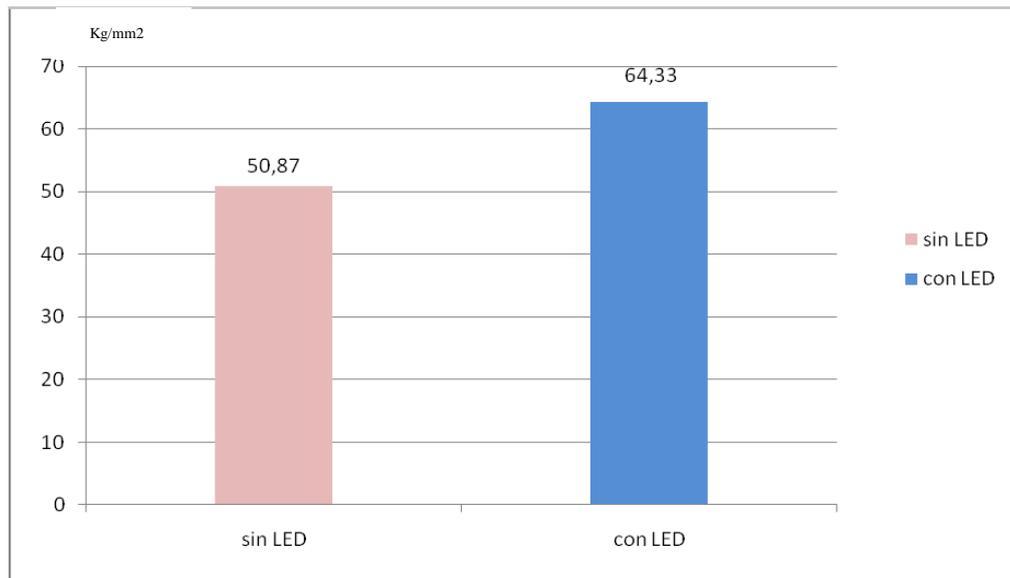
Pérdida microdureza en kg/mm² según presencia o ausencia de LED en el clareamiento dental con peróxido de hidrogeno al 35%

	n	Media	S	* Sig.
Sin LED	15	50.87	18.47	0.088
Con LED	15	64.33	22.996	

Se observa que el clareamiento sin LED provoca una pérdida de microdureza de 50.87 mientras que el clareamiento con LED provoca una pérdida de microdureza de 64.33, sin embargo dicha diferencia de promedios no es estadísticamente significativa.

GRÁFICO Nº 2

Pérdida microdureza en kg/ mm² según presencia o ausencia de LED en el clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35%



DISCUSIÓN

El clareamiento dental ha ido ganando popularidad con el paso del tiempo debido a los cambios de estilo de vida y por el fuerte patrón estético que impera en estos tiempos, además, es considerado por el profesional uno de los tratamientos más conservadores, y de mayor demanda.

El clareamiento vital externo con peróxido de hidrógeno 35% es una técnica empleada en la práctica odontológica, que generalmente va acompañada de lámparas de fotocurado que proporcionan luz y calor (LED) que ayudan a acelerar el efecto clareador y poder brindarle mayor confort y satisfacción al paciente. Por estas situaciones el profesional incrementa el tiempo de exposición.

Los resultados de esta investigación demostraron que si bien se genera una pérdida de microdureza al realizar el clareamiento dental con o sin la activación de LED, la diferencia de pérdida de microdureza al comparar ambas técnicas no era significativa ($p= 0.088$). Lo cual podría ser reafirmado por la investigación realizada por Neves (2009), el cual tuvo como resultado en su investigación que en el clareamiento sin LED la microdureza fue de 275 kg / mm² y en el clareamiento con LED fue de 272kg/ mm², aunque a diferencia de esta investigación su muestra fue de 36 piezas bovinas y los resultados fueron obtenidos mediante el indentador de knoop calibrado a 200g/ 15s.

Por otro lado la investigación realizada por Colquehuanca tuvo como objetivo evaluar la microdureza de la superficie del esmalte dental sometido al clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35%, pero a diferencia de nuestro estudio el evaluó la microdureza del esmalte a los 10 minutos y a los 14 días de realizado el clareamiento. Los resultados de Colquehuanca a los 10

minutos de realizado el clareamiento mostraron una disminución de microdureza 280.89 kg/mm² , los cuales son muy parecidos a nuestros resultados 298 kg/mm², lo que demuestra que el peróxido de hidrógeno genera una pérdida de microdureza del esmalte a pesar que Colquehuanca uso el microdurometro de vickers calibrado en 10g/ 25s y que su análisis estadístico fue realizado con una prueba no paramétrica (U Mann Whitney) ,sin embargo a los 14 días colquehuanca encontró un aumento de microdureza lo cual se debió al uso al efecto remineralizante de la saliva artificial usada durante toda la fase experimental para simular las condiciones orales .Por ultimo en el trabajo realizado por Hasmet la microdureza evaluada inmediatamente después de realizado el tratamiento clareador con 35% de peróxido de hidrógeno activado con luz fue de 320 kg/ mm² , aunque no se especifica que fuente de luz fue usada se podría concluir que el uso de luz en el clareamiento causa pérdida de microdureza.

Por lo que se puede concluir que el clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% sea o no activado con LED produce una pérdida de microdureza del esmalte significativa (p= 0,00), pero por las investigaciones mencionadas anteriormente se puede afirmar que la microdureza perdida en este tratamiento se puede recuperar gracias a la acción de la saliva.

A pesar de que los hallazgos encontrados en investigaciones in Vitro no se pueden aplicar de manera total a la práctica clínica , son de gran importancia para entender los mecanismos detrás de esta y tal vez pueden servir como una base para futuras investigaciones, sobre todo ahora que la estética dental en general y el clareamiento en particular van ganando mayor popularidad cada día y que los pacientes buscan tratamientos cada vez mas rápidos.Por lo que es

importante que los odontólogos tengan mas conocimientos sobre este procedimiento no solo para brindar tratamientos mas seguros sino también para prevenir inconvenientes y a la vez poder brindarle mas seguridad e información a sus pacientes .

CONCLUSIONES

- El clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% sin el uso de LED produce una pérdida significativa de microdureza del esmalte (p= 0,00)
- El clareamiento dental con peróxido de hidrogeno al 35% asociado al uso de LED produce una pérdida significativa de microdureza del esmalte (p= 0,00)
- A pesar que el uso de lámpara de diodos en el clareamiento dental produce una mayor pérdida de microdureza que el clareamiento dental realizado sin esta fuente de luz, la diferencia de pérdida de microdureza entre estas dos técnicas de clareamiento no es significativa. (p=0,088)

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el empleo del peróxido de hidrógeno al 35% siguiendo las indicaciones del fabricante
- Realizar estudios in Vitro de la influencia del peróxido de hidrógeno al 35% activado con diferentes fuentes de luz sobre la microdureza del esmalte o la pulpa dental
- Realizar estudios in Vitro con diferentes marcas que tengan la concentración de peróxido de hidrogeno al 35% para comparar la influencia de cada una de ellas sobre el esmalte dental

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Marieta Petkova Gueorgina de Rodriguez. Efectos clínicos y estructurales del blanqueamiento dental. Rev odont UNMSM de Lima 2005,8(2): 34-36
2. Lena MC, Amengual J, Forner L. Seguridad Biológica de los agentes blanqueadores dentales (III) (On line) .Disponible en: [http://www.blanqueamientodental.com/seguridad%20biol\(III\).html](http://www.blanqueamientodental.com/seguridad%20biol(III).html)
3. Einer villareal Becerra, Miguel Saravia Rojas, Daniel flores Mubarak.Blanqueamiento dental- técnica y clinica .Peru, 2000
4. Nilson Rene Rodriguez. Influencia de un sistema de blanqueamiento dental sobre la dureza superficial del esmalte dental humano y una resina compuesta microhibrida (IN VITRO). (Trabajo para obtener el titulo de cirujano dentista) 2011.
5. Eduardo Miyashita, Salazar Fonseca, Antonio.Odontologia estética: El estado del arte. Brasil, 2005
6. Sandrine Bittencourt, Vanessa Caballi,Luis Eduardo Silva. Effect of combinade use of light irradiation and 35% hydrogen peroxide for dental bleaching on human enamel. Photomedicine & Laser Surgery(on line) 2010,28(4):533-538.Disponible en:<http://www.hinary.com>.
7. George Pugh,Lynette Zaidel,Nora Lin.High levels of hidrogen peroxide in overnight tooth – whitening formulas: Effects on enamel and pulp.J Esthet Restor Dent (on line).2005,17: 40-47.Disponible en: <http://www.hinary.com>.
8. Ulukapi, Hasmet. Effect of different bleaching techniques on enamel surface microhardness. Dentistry & Oral Sciences Source (on line).2007,38: 2001-2005. Disponible en: <http://www.hinary.com>.

9. Robson Tetsuo, Alex Jose Arcanjo, Flavia Florio. Micromorfologia and Microhardness of enamel after treatment with home – use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. J Appl Oral Sci (on line). 2009, 17(6): 611-615 Disponible en: <http://www.hinary.com>.
10. Mauricio Neves Gomez, Carlos Francci, Igor Studrat M. Effect of light irradiation on tooth Whitening: Enamel Microhardness and Color Change. J Esthet Restor Dent (on line). 2009, 21:387-396. Disponible en: <http://www.hinary.com>.
11. Miriam Tomas, Roberta Tarkany, Elete Rodrigues. Diode laser effect on enamel Microhardness after dental bleaching associate with fluoride. Photomedicine laser surgery (on line). 2009, 27: 937-941. disponible en : <http://www.hinary.com>.
12. Carlos Alberto Colquehuanca Achulli. Microdureza de la superficie del esmalte sometido al clareamiento dental externo con peróxido de hidrógeno al 35% estudio in Vitro. (Trabajo para obtener el título de cirujano dentista) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2009.
13. Julia Magalhaes , Kesia Macedo, Ana Ferreira. Analisis in vitro de La microdureza del esmalte dental humano expuesto al peróxido de carbamida y sometida a la acción del fluorato. Acta odontologica Venezolana (on line). 2010, 48(4)
14. Gomez de Ferrari, Maria Elsa, campos Muñoz, Antonio. Histología y embriología Bucodental
15. Humberto Jose Guzman Baez. Biomateriales odontológicos de uso clínico. 3 ed Bogotá: Ecoe Ediciones, 2003.

16. Barrera Brito, Baeza Aguilar, Favela Diaz . Câmbios estructurales en el esmalte dental humano con dos sistemas de blanqueamiento White Strips(crest) VS Simply(Colgate-Palmolive) Estúdio in vitro. Med Oral (on line).2006, 8(1): 4-8. Disponible en: <http://www.hinary.com>.
17. Laura Roesh R, Estela Peñaflor F y Ricardo Navarro Tipos y técnicas de blanqueamiento dental. Oral(on line).2007,(25): 392-395. Disponible en <http://www.hinary.com>.
18. Onelia Lozada, Claudia García. Riesgos y Beneficios del blanqueamiento dental. Acta Odontol Venez(on line).2000,38(1).Disponible en: <http://www.ada.org/newsrel/9705/nr-04.html>.
19. Cabanes Gumbau, Fuentes luminicas para la fotoactivacion en odontologia..Disponible en: <http://www.blanqueamientodental.com/fuentes%20luminicas.html>.
20. Phillips Ralph W. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 3ed: México, 1993
21. Jose Fernando Alvarado Fernandez. Microdureza superficial de las resinas compuestas microhibridas y de manorelleno en relación con la polimerización con luz halógena, sistemas LED. (Trabajo para obtener el titulo de cirujano dentista) Universidad de San Martín de Porres, 2005.
22. Society of manufacturing engineers, 2011. disponible en: <http://www.toolingu.com/definition-351260-30353-indentador.html>
23. José Llamas O. Licopeno. ANTAD, 2008 .disponible en: <http://antad.org.mx/articulos/licopeno.pdf>

24. Amparo Berga Caballero. In vitro evaluation of the effects of 10% carbamide peroxide and 3.5% hydrogen peroxide on the enamel surface. Med oral cir bucal (on line).2007, 12:E404-7.Disponible en: <http://www.hinary.com>.
25. Maria Rosaria Toteda .Evaluation of 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel microhardness after extend use.Quintessence International (on line).2008,39(10):853-858.Disponible en : <http://www.hinary.com>.
26. Maggioni, Maurizio. Láser en odontología.Caracas: Amolca, 2010
27. Marcelo Villegas Sepulveda.Análisis comparativo in Vitro de la tensión diametral en restauraciones realizadas con resinas compuestas fotopolimerizadas con lámparas halógenas y lámparas LED (Trabajo para obtener el título de cirujano dentista) 2005.

ANEXOS

ANEXO 1:

Instrumento para la recolección de datos

1. GRUPO CONTROL

Medida Inicial de la microdureza				Medida final de la microdureza		
Pieza	Diagonal 1	Diagonal 2	Promedio	Diagonal 1	Diagonal 2	Promedio

ANEXO 2:



FIGURA 1: KIT DE CLAREAMIENTO PROFESIONAL (WHITENESS HP 35%)



FIGURA 2: SALIVA ARTIFICIAL



FIGURA 3: MICRODUROMETRO DE VICKERS



FIGURA 4: PIEZAS DENTALES

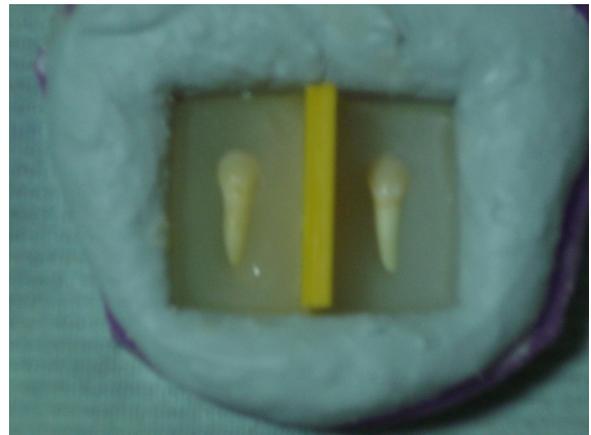


FIGURA 5: PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS DE ACRILICO



FIGURA 6: DESGASTE DE LAS PROBETAS DE ACRILICO



FIGURA 7: PROBETAS DE ACRILICO TERMINADA

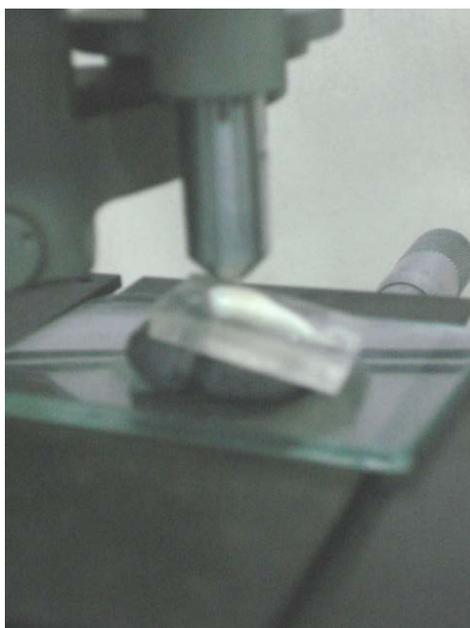


FIGURA 8: MEDICIÓN DE LA MICRODUREZA



FIGURA 9: PREPARACIÓN DEL AGENTE CLAREADOR PARA LAS MUESTRAS



FIGURA 10: APLICACIÓN DEL AGENTE CLAREADOR A LAS MUESTRAS DEL GRUPO CONTROL.



FIGURA 11: APLICACIÓN DEL AGENTE CLAREADOR A LAS MUESTRAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL



FIGURA12: USO DE LED EN EL GRUPO EXPERIMENTAL

ANEXO 3:

Matriz de consistencia:

Titulo	problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología	Variables	Indicadores	Escala
<p>Efecto del peróxido de hidrógeno Al 35% con y sin la activación de lámpara de diodos en la microdureza del esmalte</p>	<p>¿Cuál será el efecto del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% con y sin la activación de lámpara de diodos en la microdureza del esmalte?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar cual es el efecto del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% con y sin la activación de lámpara de diodos en la microdureza del esmalte</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Describe los valores de microdureza del esmalte dental antes y después del clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% asociado o no al uso de LED</p> <p>Establecer la microdureza del esmalte antes y después del clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% en el grupo control y en el grupo</p>	<p>El clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% asociado al uso de LED provoca una mayor pérdida de microdureza</p>	<p>Diseño de la investigación: Experimental Longitudinal Prospectivo</p> <p>Población: Primeras y segundas premolares</p> <p>Muestra Grupos Muestral: 15 premolares tratadas con peróxido de hidrógeno al 35% mas el uso de LED</p> <p>Grupo Control: 15 premolares tratadas solo con peróxido de hidrógeno al 35%</p>	<p>Microdureza del esmalte dental (Variable dependiente)</p> <p>LED (Variable independiente)</p> <p>Peróxido de hidrógeno (Variable independiente)</p> <p>Tiempo de exposición de LED (Variable interviniente)</p>	<p>Profundidad de impacto en kg/ mm²</p> <p>Luz LED</p> <p>Agente clareador al 35%</p> <p>15 minutos</p>	<p>Razón</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Razón</p>

		experimental					
		Comparar la pérdida de microdureza del esmalte según presencia o ausencia de LED durante el clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%					