



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA  
RESTAURADORA  
ÁREA DE OPERATORIA CLÍNICA**

**“EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD Y SEGURIDAD BIOLÓGICA DEL  
BLANQUEAMIENTO DENTAL CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 6% CON  
DIÓXIDO DE TITANIO NITROGENADO ACTIVADO POR LUZ LÁSER/LED:  
ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS PROTOCOLOS DE APLICACIÓN”**

**Javiera Valentina Ramírez Gutiérrez**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL**

**Dr. Eduardo Fernández**

**TUTORES ASOCIADOS**

**Dr. Javier Martín**

**Dr. Cristián Bersezio**

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 15/001 “Eficacia y seguridad del clareamiento  
dental con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado  
activado por luz”  
Santiago – Chile  
2016**





**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA  
RESTAURADORA  
ÁREA DE OPERATORIA CLÍNICA**

**“EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD Y SEGURIDAD BIOLÓGICA DEL  
BLANQUEAMIENTO DENTAL CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 6% CON  
DIÓXIDO DE TITANIO NITROGENADO ACTIVADO POR LUZ LÁSER/LED:  
ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS PROTOCOLOS DE APLICACIÓN”**

**Javiera Valentina Ramírez Gutiérrez**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL**

**Dr. Eduardo Fernández**

**TUTORES ASOCIADOS**

**Dr. Javier Martín**

**Dr. Cristián Bersezio**

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 15/001 “Eficacia y seguridad del clareamiento  
dental con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado  
activado por luz”**

**Santiago – Chile**

**2016**

## Agradecimientos

Agradezco a mi familia  
*Por el cariño infinito, por los valores inculcados y apoyo incondicional durante el proceso de formación profesional. Gracias por enseñarme el significado de perseverancia.*

Agradezco a mis amigos  
*Por su compañía durante todos estos años lejos de casa, por el apoyo y la tolerancia.*

Agradezco a Felipe  
*Por ser el primer revisor de esta tesis. Por estar siempre a mi lado y apoyarme en cada paso que doy.*

Agradezco a mis docentes  
*Por la paciencia, tiempo y buena disposición durante este largo proceso.*

## ÍNDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Marco Teórico.....	9
Estética y rol de la sonrisa.....	9
Color.....	10
Métodos de toma de color.....	13
Espacio de color CIELab.....	16
Parámetro $\Delta E$ .....	17
Blanqueamiento dental.....	18
Agentes blanqueadores y mecanismo de acción.....	20
Efectos biológicos.....	23
Peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado.....	25
Procotolo convencional vs protocolo simplificado.....	28
Hipótesis y Objetivos.....	30
Metodología.....	31
Resultados.....	39
Discusión.....	44
Conclusiones.....	49
Referencias Bibliográficas.....	50
Anexos.....	59
Consentimiento informado.....	60
Ficha clínica.....	66

## RESUMEN

**Introducción:** Se han introducido peróxidos de hidrógeno de baja concentración con nanopartículas de dióxido de titanio, que actúan como catalizador, aumentando bioseguridad y manteniendo efectividad de peróxidos convencionales. El desarrollo de protocolos simplificados se fundamenta en la lenta tasa de degradación del peróxido y permitiría reducción de costos y mayor confort para el paciente y operador. Estudios en peróxidos de alta concentración exhibieron resultados contradictorios al comparar la efectividad y seguridad biológicas de protocolos convencionales versus protocolos simplificados. No existen estudios en peróxidos de hidrógeno a baja concentración fotoactivados.

**Objetivo:** Comparar la efectividad y seguridad biológica de protocolo convencional versus protocolo simplificado de blanqueamiento in-office con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado con luz Laser/LED.

**Materiales y Métodos:** 30 pacientes fueron seleccionados. Se compararon dos protocolos de blanqueamiento in-office con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz Láser/LED de 2 sesiones, con 48 horas de intervalo. En cada paciente se asignó un grupo por hemiarcada: grupo experimental A (protocolo simplificado: 1x36min) y grupo control B (protocolo convencional: 3x12min). El color se midió con el espectrofotómetro VITA Easyshade<sup>®</sup> según sistema CIELab. Las mediciones se realizaron de forma inicial y posterior a la 1° y 2° sesión de blanqueamiento, a la semana y al mes post-blanqueamiento. Se calculó la variación total de color ( $\Delta E$ ) y se compararon los resultados mediante el test de Mann-Whitney. Se evaluó la seguridad biológica en términos de ocurrencia e intensidad de la sensibilidad registrada con escala EVA. Se calculó el riesgo absoluto de sensibilidad (%) y la intensidad de sensibilidad ( $\bar{x}$ ) y se compararon los resultados con el test-Z.

**Resultados:** Ambos protocolos fueron efectivos, con un  $\Delta E > 5$  post-blanqueamiento (Grupo A:  $\Delta E$  5,03 y Grupo B:  $\Delta E$  5,06). No hubo diferencia significativa en la

medición de  $\Delta E$  entre ambos protocolos en todas las instancias de evaluación ( $p > 0,2$ ). El riesgo absoluto de sensibilidad fue 6,25% y de intensidad leve (Grupo A  $[\bar{x}=0,15 \pm 0,61]$ , Grupo B  $[\bar{x}=0,18 \pm 0,88]$ ), sin diferencias significativas.

**Conclusión:** No se encontraron diferencias significativas al comparar la seguridad biológica y efectividad entre ambos protocolos de blanqueamiento.

## INTRODUCCION

El color dental se ha convertido en un tema cada vez más importante en la práctica clínica. En los últimos años, el aumento de la demanda estética por parte de los pacientes, ha provocado cambios en el enfoque de la odontología, debiendo centrarse no sólo la rehabilitación funcional sino también en la odontología estética.

La apariencia de los dientes depende de sus propiedades de absorción y reflexión de la luz y se ve influenciada por todas las estructuras que componen el diente, incluyendo el esmalte, la dentina y la pulpa, además de factores extrínsecos, como las tinciones (Watts y Addy, 2001; Dahl y Pallesen 2003; Joiner, 2004; Sulieman 2008).

El color de los dientes se determina principalmente por la dentina, pero también está influenciada por el color, la translucidez y diversos grados de calcificación del esmalte, así como su espesor, que es notablemente mayor en el área oclusal o incisal. Debido a esto, se observa una transición desde un tercio cervical más oscuro a un tercio incisal más claro. Así, el color normal de los dientes es determinado por los tonos azules, verdes y rosados de esmalte y se ve reforzado por los tonos amarillo-marrones de la dentina subyacente (Sulieman, 2008).

Las decoloraciones o pigmentaciones varían en etiología, apariencia, localización, severidad, y adhesión a la estructura dental. Estas pueden causar un cambio en las propiedades de transmisión y reflexión de la luz, y por lo tanto, algún defecto en el color dental. Se clasifican en tinciones extrínsecas, cuando cromógenos externos se depositan en la superficie del diente o en la película adherida; intrínsecas, cuando los cromógenos son depositados dentro de la masa del diente y son, a menudo, de origen sistémico o pulpar; e internalizadas, cuando cromógenos externos ingresan al diente a través de defectos estructurales (Dahl y Pallesen, 2003; Sulieman, 2008).

El color dental puede ser mejorado mediante una serie de métodos incluyendo pastas dentales blanqueadoras, pulido coronario, destartraje, blanqueamiento

dental, microabrasión, carillas y coronas (Joiner, 2006; Sulieman, 2008). El blanqueamiento dental, por ser un procedimiento mínimamente invasivo, rápido, efectivo, versátil y seguro, ha despertado gran interés, tanto para dentistas como pacientes (Sulieman, 2008; Martin y cols, 2015).

Actualmente, varios son los métodos y enfoques que se han descrito en la literatura para el blanqueamiento de dientes vitales. Entre ellos, diferentes agentes blanqueadores, concentraciones, protocolos de aplicación, formato de producto, método de activación del gel blanqueador (Joiner, 2007).

Los sistemas de blanqueamiento se basan principalmente en peróxido de hidrógeno o uno de sus precursores, particularmente el peróxido de carbamida (Sulieman, 2008). Ambos han demostrado ser eficaces agentes blanqueadores, pero tienen consideraciones de seguridad diferentes. Su efectividad va a depender de varios factores como el tipo y severidad de la tinción, edad del paciente, concentración del agente activo y características del protocolo de blanqueamiento, como el tiempo de aplicación y la frecuencia (ADA Council, 2009).

El peróxido de hidrógeno dado que es un fuerte agente oxidante, tiene la habilidad de producir radicales libres como hidroxilo, perhidroxilo y aniones superóxido. Estas moléculas son altamente inestables, por lo que atacan a moléculas orgánicas (cromóforos) para lograr estabilidad (Dahl y Pallesen, 2003; Sulieman, 2008), rompiendo uno o más enlaces dobles de los pigmentos mediante clivaje de la cadena conjugada o a través de la oxidación de entes químicos presentes en ella, obteniendo estructuras de cadena corta, con enlaces de carbono saturados, hidrofílicas y más difusibles, las cuales absorben menos luz, dando apariencia más blanca (Joiner, 2006).

Para determinar el color dental, existen métodos de toma de color visual e instrumental. Dada la alta variabilidad intra e inter examinador, subjetividad e inconsistencia en la determinación visual del color, equipos electrónicos de selección de color se han vuelto populares en el campo odontológico. Estos métodos de evaluación instrumentales generan datos cuantitativos y objetivos.

Actualmente, colorímetros, espectrofotómetros, espectrorradiómetros y cámaras digitales se usan para medir el color de los dientes (Luo y cols, 2009; Kröger y cols, 2015).

El espectrofotómetro elimina la subjetividad del examinador, además de eliminar factores ambientales al utilizar fuente de luz calibrada, permitiendo mediciones objetivas significativamente más reproducibles (92,2% reproductibilidad) que las mediciones visuales de los operadores (Moscardó y Alemany, 2006; Kröger y cols, 2015).

Los instrumentos digitales para la medición de color normalmente utilizan el sistema tridimensional CIELab para la representación del color. Este sistema contiene un espacio tridimensional, formado por los ejes  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , donde se encuentran los colores visibles para el ojo humano. El valor de  $L^*$  es una medida de la luminosidad de un objeto y se cuantifica en una escala en donde el negro tiene un valor  $L^*$  de cero y el blanco un valor  $L^*$  de 100. El valor de  $a^*$  es una medida de enrojecimiento ( $a^*$  positivo) o enverdeamiento ( $a^*$  negativo). El valor de  $b^*$  es una medida del amarillo ( $b^*$  positivo) o de azul ( $b^*$  negativo). (Westland, 2003; Paravina y cols, 2007; Meireles y cols, 2008). Los sistemas digitales cuantifican el cambio de color en el espacio cromático como la distancia entre las posiciones de dos colores, inicial y final, a través del parámetro ( $\Delta E$ ) (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004).

Se han reportado efectos adversos secundarios al blanqueamiento en los tejidos estructurales del diente, tejidos blandos de la pulpa y mucosas orales, además de las consecuencias de la ingestión sistémica de los agentes blanqueadores. Existe preocupación sobre los posibles efectos toxicológicos de los radicales libres generados por estos agentes (ADA Council, 2009).

El efecto adverso más común es la sensibilidad dental, transitoria, de intensidad leve a moderada, que afecta hasta al 60% de los pacientes durante el blanqueamiento. La incidencia y severidad de la sensibilidad está relacionada a características propias del agente blanqueador, como la concentración y pH; propias del protocolo de blanqueamiento, como el tiempo de aplicación y el uso de

dispositivos de luz y calor; y la susceptibilidad propia del individuo (Sulieman, 2008; ADA Council, 2009).

El fácil paso de las moléculas de peróxido de hidrógeno a través de los tejidos duros del diente, puede resultar en inflamación pulpar, afectando a los nervios sensoriales pulpares que gatillan respuesta a estímulos, principalmente fríos. A pesar de esto, la cantidad que difunde hasta la cámara pulpar es muy baja para producir sensibilidad permanente (Sulieman, 2008).

Si bien los efectos adversos de los agentes blanqueadores son transitorios (Sulieman y cols, 2005; Joiner, 2007; Sulieman, 2008; Sathe y cols, 2015), en vista de la seguridad, productos blanqueadores efectivos y con bajas concentraciones de peróxido son necesarios. Reportes afirman que agentes que contienen concentraciones menores de 10% de peróxido de hidrógeno son más seguros (ADA Council, 2009; Tano y cols, 2012). Siguiendo esta premisa, el 31 octubre del 2012, entra en vigencia la prohibición de la Comunidad Europea del uso de peróxido de hidrógeno concentraciones sobre el 6% (Carey, 2014).

Se ha demostrado que diferentes concentraciones de peróxido pueden tener resultados similares entre ellas, pero esto solo es posible si ambos agentes son utilizados por el tiempo adecuado, necesitando menor tiempo de acción los peróxidos de mayor concentración para alcanzar el resultado. Además, se demostró que hay un límite de blanqueamiento, siendo posible blanquear un diente hasta un punto final (vita B1) y no más allá (Sulieman y cols, 2004).

Recientemente, se han introducido al mercado agentes blanqueadores de baja concentración con fotocatalisis basada en semiconductores para protocolos in-office más seguros y con eficacia comparable a los agentes convencionales. El dióxido de titanio, nanopartícula semiconductor incorporada a geles blanqueadores de baja concentración, cataliza la formación de radicales hidroxilos desde el peróxido de hidrógeno al ser fotoactivado con luz ultravioleta (Varley y cols, 2011; Sathe y cols, 2015).

Dados los efectos dañinos de la luz ultravioleta, se han incorporado impurezas de nitrógeno al dióxido de titanio, ampliando la fotoabsorción  $\text{TiO}_2$  a la región visible del espectro (Varley y cols, 2011). Así, el dióxido de titanio nitrogenado ( $\text{N-TiO}_2$ ) es un fotocatalizador que permite mejorar la eficacia de agentes de peróxido de hidrógeno, permitiendo una reducción de la concentración y un blanqueamiento más seguro (Asahi y cols, 2001; Tano y cols, 2012; Martin y cols, 2015).

El uso de fuente de luz híbrida Láser/LED permite, por un lado, catalizar la formación de radicales libres por parte del peróxido de hidrógeno, mediante la activación con luz LED azul (Suemori y cols, 2008; Kishi y cols, 2011). Por otra parte, el láser infrarrojo actúa a una longitud de onda que pueden promover una alta polarización de la membrana nerviosa, disminuyendo así la generación de potenciales de acción y, en consecuencia reducir la aparición y la intensidad de la sensibilidad generada durante el blanqueamiento (Tano y cols, 2012).

Tanto Bortolatto como Martin demostraron que peróxidos a bajas concentraciones, al 15% y al 6% respectivamente con dióxido de titanio nitrogenado fotocatalizados, presentan una eficacia parecida y provocan menor sensibilidad y efectos adversos que los métodos convencionales (Bortolatto y cols, 2014; Martin y cols, 2015).

Diversos esfuerzos se han realizado para la creación de protocolos simplificados de blanqueamientos. En los estudios de Caneppele y cols., al comparar dos protocolos de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 35%, demostró que no existen diferencias significativas en la efectividad del blanqueamiento entre protocolo de reposición del gel, donde se realizaban 3 aplicaciones de 10 minutos y el protocolo de una aplicación única de 30 minutos. Esto se debe a que el peróxido de hidrógeno sin catalizadores necesita tiempo para empezar a actuar en el esmalte (Caneppele y cols, 2015).

A medida que el peróxido se va degradando, liberando radicales libres, el pH se convertiría en ácido, disminuyendo la eficacia de la acción de peróxido y dañando, posiblemente, la estructura dentaria. Esto último, apoyaría la justificación de la

reposición el gel blanqueador durante los protocolos de blanqueamiento. (Caneppele y cols, 2015)

Sin embargo, Caneppele y cols., observó una baja de pH no significativa, coincidente con una pequeña baja en la concentración de peróxido en el gel blanqueador, debido a la lenta liberación de radicales libres en ausencia de catalizador (Caneppele y cols, 2015). De la misma manera, Fornaini y cols., en su estudio observó una pequeña baja de la concentración del peróxido de hidrógeno al 35%, sólo después de 20 minutos en contacto con la estructura dentaria (Fornaini y cols, 2013).

La combinación de peróxido de hidrógeno de baja concentración con dióxido de titanio nitrogenado activado con luz Láser/LED es un método clínicamente eficaz y seguro para los dientes descoloridos. El uso de protocolos simplificados de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado, podría facilitar aún más el procedimiento clínico, sin embargo, no existen estudios que comparen la efectividad de protocolo simplificado versus el protocolo con reposición de gel en blanqueamientos con peróxidos a baja concentración fotoactivados.

## 1. Marco teórico

### Estética y rol de la sonrisa

El atractivo facial juega un papel clave en la interacción social, influyendo sobre el éxito en las relaciones, desarrollo personal y rendimiento en el trabajo e incluso sobre las oportunidades laborales. Está relacionado con confianza, la extraversión y la autoconfianza / autoestima, dado que estimula efectos positivos en los que los rodean, encontrándose que las personas atractivas son percibidas como más populares, alegres, y extrovertidos, así como sexualmente asertivos y felices (Van der Geld y cols, 2007; Kihn, 2007; Kershaw y cols, 2008).

El atractivo facial y la sonrisa están fuertemente correlacionados, dado que en la interacción social, la atención se dirige principalmente hacia la boca y los ojos del hablante. Debido a que la boca es el centro de la comunicación en la cara, la sonrisa juega un papel importante en la expresión facial y la apariencia. Una sonrisa estéticamente agradable depende, no sólo de la cantidad de encía mostrada y la forma de los labios, sino que también de la posición, tamaño, forma y color de los dientes (Van der Geld y cols, 2007; Kihn, 2007).

El color de los dientes es uno de los factores más importantes en la autopercepción de una apariencia bucal agradable y una sonrisa atractiva. Los dientes decolorados se relacionan con menor competencia social, menor capacidad intelectual, problemas psicológicos y dificultad en conseguir pareja. Mientras que en pacientes sometidos a tratamientos cosméticos se ha visto aumentada la popularidad con el sexo opuesto, se ven más saludables, tienen mayor éxito laboral, y se ven más atractivos, inteligentes, felices, amables, interesantes y sensibles (Kershaw y cols. 2008).

Dado el nuevo enfoque biopsicosocial de la salud, el concepto calidad de vida relacionada con salud y la presión social por seguir paradigmas estéticos, existe la necesidad de tratamientos estéticos en pacientes que han visto en su sonrisa un elemento perjudicial en las dimensiones psicológica y social de su vida.

El color dental puede ser aclarado mediante una serie de métodos incluyendo pastas dentales blanqueadoras, pulido coronario, destartraje, blanqueamiento dental, microabrasión, carillas y coronas (Joiner, 2006; Sulieman, 2008). El blanqueamiento dental, por ser un procedimiento mínimamente invasivo, rápido, efectivo, versátil y seguro, ha despertado gran interés tanto en dentistas como pacientes (Sulieman, 2008; Martín y cols, 2015).

## **Color**

El color es una sensación psicofísica que se genera en la corteza cerebral en respuesta a la interacción física de la luz con un objeto y la experiencia subjetiva de un individuo, y resulta cuando los fotorreceptores de la retina, conos y bastones, responden a la luz reflejada de un objeto. Por lo tanto, son 3 los factores que influyen en la percepción del color: el objeto, la fuente luminosa y el observador (Westland, 2003; Westland, 2004).

La luz es una forma de energía. Específicamente, es una parte del espectro electromagnético a la cual nuestros ojos son sensibles (Westland, 2003). El ojo humano es un órgano especializado en la recepción de imágenes, sólo es capaz de detectar un estrecho segmento de todo el espectro, situado entre las longitudes de onda de 360 y 780 nm y que se perciben como colores. Las radiaciones situadas bajo o sobre de dichas longitudes de onda no son visibles y se denominan ultravioleta e infrarroja respectivamente (Westland, 2003; Moscardó y Alemany, 2006).

Al ser iluminado por una luz blanca, el color que percibimos del objeto corresponde a las longitudes de onda que este objeto no ha absorbido, y que por lo tanto se han reflejado en su superficie hacia el exterior. Esto, de alguna manera, enfatiza la importancia de la fuente luminosa en la percepción del color de un objeto dado (Moscardó y Alemany, 2006).

Albert Munsell, describió el color como la combinación de tres dimensiones (Watts y Addy, 2001; Moscardó y Alemany, 2006; Chang y cols 2012).

Hue, tonalidad: cualidad de distinguir una familia de colores de otra, directamente relacionada con la longitud de onda reflejada. Definió 5 Hue principales: Rojo, amarillo, verde, azul y púrpura y los ubicó en intervalos equidistantes conformando el círculo cromático.

Value, valor o luminosidad: cantidad de luz que es reflejada desde un objeto, es decir, la claridad u oscuridad de un color, desde el negro (valor 0) en la parte inferior hasta el blanco (valor 10) en la parte superior, los grises se encuentran a lo largo del eje vertical entre el blanco y negro.

Chroma o saturación: cantidad de tinte o colorante que contiene el color, el brillo cromático que observamos. Esta dimensión se refiere a las diferentes diluciones del color base.

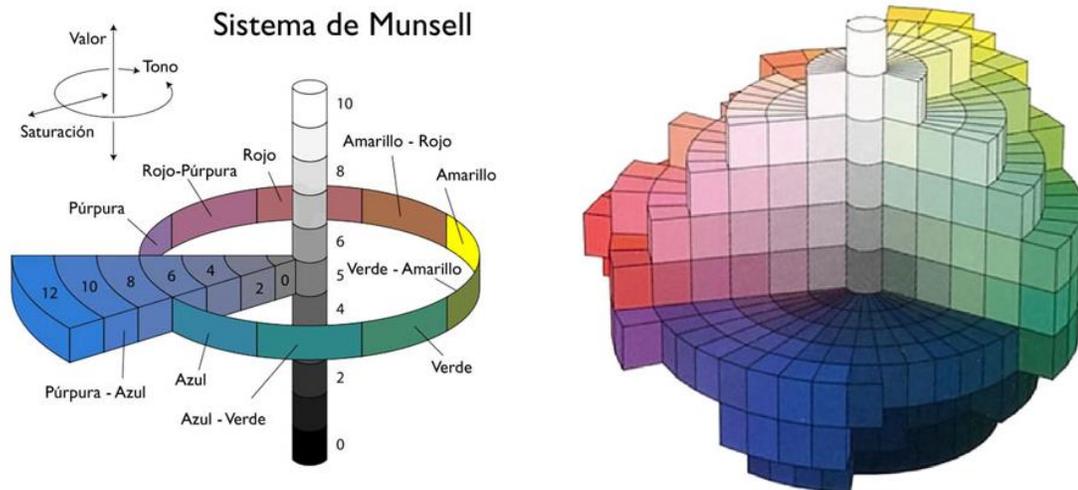


Figura1: Sistema de color tridimensional de Munsell.

## **Color dental**

La apariencia de los dientes depende de sus propiedades de absorción y reflexión de la luz y se ve influenciada por todas las estructuras que lo componen, incluyendo el esmalte, la dentina y la pulpa, además de factores extrínsecos, como las tinciones (Dahl y Pallesen, 2003; Sulieman, 2008; Meireles y cols, 2008).

El color de los dientes se determina principalmente por la dentina, pero también está modificado por el color, la translucidez y diversos grados de calcificación del esmalte, así como su espesor, que es notablemente mayor en el área oclusal o incisal. Debido a esto, se observa una transición desde un tercio cervical más oscuro a un tercio incisal más claro. Así, el color normal de los dientes es determinado por los tonos azules, verdes y rosados de esmalte y se ve reforzado por los tonos amarillo-marrones de la dentina subyacente (Watts y Addy, 2001; Sulieman, 2008).

También se observan diferencias de color según la edad, donde pacientes más añosos presentan dientes menos luminosos y más amarillos que los pacientes jóvenes. (Gerlach y cols, 2009)

## **Tinciones Dentarias**

Las decoloraciones o pigmentaciones son resultado de variadas y complejas causas, varían en etiología, apariencia, localización, severidad, y adhesión a la estructura dental. Estas pueden causar un cambio en las propiedades de transmisión y reflexión de la luz, y por lo tanto, algún defecto en el color dental. Se clasifican en tinciones extrínsecas, intrínsecas e internalizadas (Dahl y Pallesen, 2003; Joiner y Thakker, 2004; Meireles y cols, 2008; Sulieman, 2008).

### **1. Tinciones intrínsecas:**

Las tinciones intrínsecas son causadas por la incorporación de material cromatogénico en la estructuras dentarias (dentina y esmalte) durante la odontogénesis o posterior a la erupción dentaria (Watts y Addy 2001; Kihn, 2007).

Son debidas a condiciones sistémicas, causas hereditarias, desórdenes metabólicos, uso de medicamentos durante el desarrollo dentario, enfermedades durante la infancia, infección o trauma de dientes temporales mientras la pieza subyacente está en desarrollo, trauma de un diente permanente, causas idiopáticas, envejecimiento (Watts y Addy, 2001; Joiner y Thakker, 2004; Sulieman, 2008).

## **2. Tinciones extrínsecas:**

Las tinciones extrínsecas son producto del depósito de cromóforos en la superficie del esmalte o en la película adherida. Estas se pueden subdividir en tinciones extrínsecas directas, que producen la tinción a partir de su color esencial (té, café, vino, tabaco) y las indirectas, en que el cambio de color se produce por una interacción química entre el cromóforo con otro compuesto (clorhexidina, suplementos de hierro) (Watts y Addy, 2001; Sulieman, 2008).

## **3. Tinciones internalizadas**

Las tinciones internalizadas se debe a la absorción de manchas extrínsecas por la dentina o esmalte una vez terminado el desarrollo dentario. Esto ocurre por la presencia de defectos en la estructura dentaria (Watts y Addy, 2001; Sulieman, 2008).

## **Métodos de toma de color**

Existen dos categorías de toma de color: instrumental y visual.

### **1. Determinación visual del color**

Es el método más utilizado en la determinación del color dental, se utilizan guías de color, siendo la más utilizada la Vitapan Classic y sus derivaciones (Chu y cols, 2010).

Esta es considerada una medición subjetiva del color, que está caracterizada por una alta variabilidad intra e inter examinador. La variación en la iluminación, la

experiencia, la edad, la fatiga, defectos genéticos, estado de ánimos, medicamentos y la ceguera humana puede conducir a inconsistencias y sesgo (Luo y cols, 2009; Brewer y cols 2014; Kröger 2015).

Se ha demostrado que un  $\Delta E$  de 3,3 es el límite del ojo humano para detectar las diferencias de color bajo condiciones clínicas (Kuehni y Marcus, 1979).

## **2. Método instrumental**

La medición instrumental del color tiene la ventaja de generar lecturas objetivas, cuantificables, reproducibles y más rápidas (Okubo y cols, 1998). Dentro de los instrumentos para la medición del color están los colorímetros, espectrofotómetros, espectrorradiómetros y cámaras digitales. Los colores medidos son generalmente representados por sistemas de color en tres dimensiones, como CIE XYZ o CIELAB, en los cuales tres números son necesarios para una completa identificación de cualquier color (Luo y cols, 2009).

Debido a sus mediciones objetivas, de alta reproductibilidad (92,2%) y rápidas, además de ser instrumentos más exactos y sensibles a cambios de color, la medición instrumental del color podría asistir o reemplazar la determinación visual del color (Bersezio y cols, 2014; Kröger y cols, 2015). Sin embargo, su alto costo y la compleja operación de algunos, restringe el uso de estos sistemas digitales a los campos de investigación clínicas o laboratorio (Meireles y cols, 2008).

### **Espectrofotómetros**

Es el instrumento para la medición del color más preciso, útil y flexible. Miden la energía de la luz reflejada en un objeto en intervalos de 1-25nm del espectro visible. Un espectrofotómetro contiene una fuente de radiación óptica, un medio de dispersión de luz, un sistema de medición óptico, un detector y un medio de conversión de la luz obtenida a una señal que puede ser medida (Chu y cols, 2010).

Estos estiman el color de los dientes mediante la medición de la cantidad y la composición espectral de la luz reflejada en la superficie dentaria, en todas las longitudes de onda visibles, representado el color mediante la escala CIELab y además en sistemas de medición de guías dentales (Chu y cols, 2010).

El espectrofotómetro, en comparación con las mediciones visuales, ofrece un aumento de la precisión en un 33% y una coincidencia objetiva del color en un 93,3% de los casos (Paul y cols, 2004). Elimina la subjetividad del examinador, además de eliminar factores ambientales al utilizar fuente de luz calibrada (Moscardó y Alemany, 2006; Kröger y cols, 2015).

El espectrofotómetro Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) fue lanzado el año 2002 y se ha convertido en el espectrofotómetro estándar para la medición del color en estudios clínicos (Olms y Setz, 2013). El año 2008 es lanzado Vita Easyshade Compact, un espectrofotómetro inalámbrico, pequeño, portátil, rentable, que funciona en contacto directo con la superficie del diente. Este instrumento determina el color de acuerdo a los sistemas Vita classical (A1-D4) y VITA 3D-Master, además del sistema CIELab (Chu y cols, 2010).



Figura 2: Aplicación clínica del espectrofotómetro Vita Easyshade Compact. A) Medición de color. B) Valor de las coordenadas del espacio de color CIELab y el color correspondiente en escala Vitapan 3D-Master (Chu y cols, 2010).

## Espacio de color CIELab

En 1976 se elaboró el sistema de color tridimensional CIELab, creado por la comisión internacional de l'Eclairage (CIE) (Brewer y cols 2004). Este sistema tridimensional se ha convertido en el medio más popular para definir el color de objetos sólidos, siendo utilizado por la mayoría de los instrumentos digitales para la medición del color. En este espacio se encuentran descritos todos los colores visibles para el ojo humano, utilizando 3 coordenadas (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004).

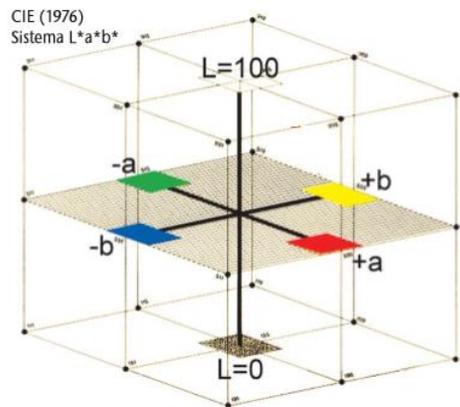


Figura 3: espacio de color CIELab (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004).

CIELab proporciona un espacio tridimensional, donde los ejes  $a^*$  y  $b^*$  forman un plano y el eje  $L^*$  es ortogonal (Westland, 2003).

- El valor de  $L^*$  es una señal acromática, una medida de la luminosidad de un objeto y se cuantifica en una escala en donde el negro tiene un valor  $L^*$  de cero y el blanco un valor  $L^*$  de 100.
- El valor de  $a^*$  es un canal cromático, una medida de enrojecimiento ( $a^*$  positivo) o enverdecimiento ( $a^*$  negativo).
- El valor de  $b^*$  es un canal cromático, una medida del amarillo ( $b^*$  positivo) o de azul ( $b^*$  negativo).

Las coordenadas  $a^*$   $b^*$  se aproximan a cero con los colores neutros (blanco, gris) y aumentan de magnitud con los colores más saturados (Westland, 2003; Paravina y cols, 2007; Meireles y cols, 2008).

La zona de los colores naturales dentales ha sido descrita al principio como un espacio cromático en forma de plátano en el sistemas  $L^*a^*b^*$ , espacio situado entre el rojo claro y el amarillo claro y se extiende de forma un poco alargada y paralelamente al eje de luminosidad. Al comparar los valores en el sistema CIELab entre los colores del diente más claro con los del diente más oscuro existente en la naturaleza, se obtienen los valores de 78/1/12 y 62/6/33 para las variables  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  respectivamente.

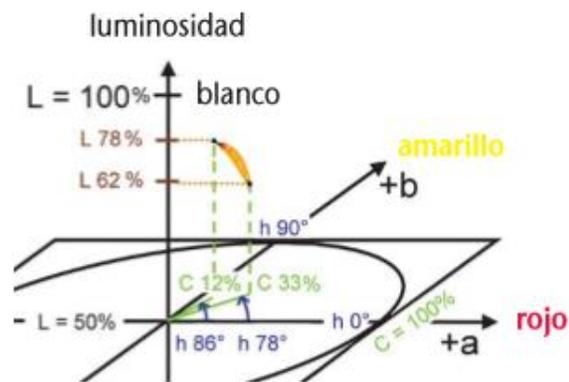


Figura 4: Posición del espacio cromático dental dentro del espacio cromático CIELab (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004).

### Parámetro $\Delta E$

La diferencia perceptible entre un color y otro se visualiza como la distancia entre las posiciones de ambos colores en el espacio cromático y se denomina  $\Delta E$ . El signo " $\Delta$ " representa la diferencia y "E" es la abreviatura de "percepción" ("Empfindung" en alemán). El cálculo matemático de  $\Delta E$  se basa en la fórmula de Pitágoras para una diagonal:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

De la fórmula matemática se deriva que  $\Delta E$  indica la magnitud absoluta de la distancia cromática entre el color de referencia y el color de la muestra. No expresa en qué dirección se orienta la desviación del color de la muestra. En torno al color de referencia P2 existen infinitos colores de muestra con la misma desviación  $\Delta E$ . Todos estos colores están situados en la superficie de la esfera que tiene P2 como centro y  $\Delta E$  como radio (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004).

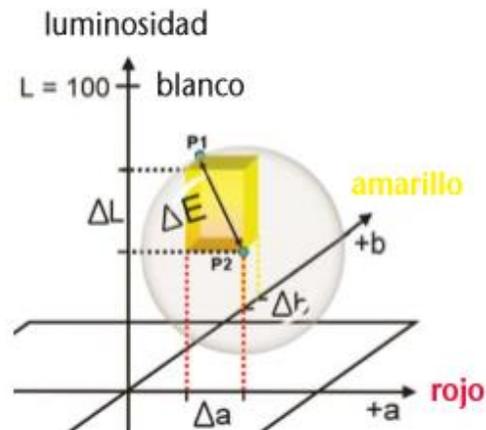


Figura 5: La diagonal entre los puntos P2 y P1 corresponde a la distancia cromática y es expresada con  $\Delta E$ .

### Blanqueamiento dental

La evolución del blanqueamiento dental se compone de muchos esfuerzos realizados para lograr un método de blanqueamiento efectivo y seguro.

Comienza con el blanqueamiento de dientes no vitales el año 1848, donde Dwinelle utilizó cloruro de cal; en 1864 Truman presentó un método en el que utilizaba cloro a partir de una solución de hipoclorito de calcio y ácido acético (Alqahtani, 2014). En 1961, se introdujo el “walking bleach”, una nueva técnica para blanqueamiento de dientes desvitalizados. Consistía en depositar una mezcla de perborato de sodio y agua en la cámara pulpar, la cual quedaba sellada con el producto en su interior

entre una sesión y otra. Este método fue modificado en 1963, reemplazando el agua por peróxido de hidrógeno al 30%-35% para aumentar el efecto blanqueador (Dahl y Pallesen, 2003).

El blanqueamiento de dientes vitales comenzó el 1868 con el uso de ácido oxálico. En 1911, Fisher introdujo el peróxido de hidrógeno concentrado, al cual se le aplicaba un instrumento de calefacción o fuente de luz (Kishi y cols, 2011; Alqahtani, 2014; Sathe y cols, 2015).

A finales de 1960 el ortodoncista Bill Klusmier, se percató que el uso en cubetas del antiséptico bucal Gly-Oxide en base a peróxido de carbamida al 10%, no sólo mejoraba la salud gingival, sino que también blanqueaba los dientes. Esto da el comienzo a la era de los blanqueamientos at-home. En 1989, Haywood y Heymann, describen la técnica at-home con peróxido de carbamida al 10% en un protector bucal para ser usado durante la noche. (Dahl y Pallesen 2003; Kihn, 2007; Alqahtani, 2014).

En la década de 1990, se lanzan los agentes blanqueadores over-the-counter (OTC) agentes a baja concentración que se venden directamente a consumidores para el uso doméstico (ADA Council, 2009; Alqahtani, 2014).

En 1991, se introduce el “power bleaching” con geles de peróxido de hidrógeno al 30% activados por unidades fotopolimerizables convencionales en lugar de fuentes de calor (Sulieman, 2008). Varios dispositivos de diferentes espectros de longitud de onda y las energías de radiación, tales como halógeno, diodos LED, diodos láser, láser de argón y lámparas de arco de plasma se han utilizado en este sentido (ADA Council, 2009; Sathe y cols, 2015).

Actualmente, varios son los métodos y enfoques que se han descrito en la literatura para el blanqueamiento dental. Por ejemplos, los métodos que utilizan diferentes agentes blanqueadores, concentraciones, tiempos de aplicación, formato de producto, métodos de activación (Joiner, 2007).

## **Blanqueamiento extracoronario in-office**

Es un tipo de blanqueamiento vital en el cual el gel blanqueador se aplica después de haber protegido los tejidos blandos con goma dique, separadores labiales o protectores gingivales (Alqahtani, 2014). Se aplican concentraciones más altas de peróxido de hidrógeno (15-40%) pudiendo ser o no activado con luz o calor (Sulieman, 2008).

La ventaja del blanqueamiento in-office es que el dentista tiene control completo del procedimiento, teniendo la capacidad de detener el procedimiento una vez logrado el efecto deseado (Alqahtani, 2014). El tratamiento in-office puede resultar en un blanqueamiento significativo en una sola sesión, sin embargo pueden ser necesarias más sesiones para lograr un resultado óptimo (Sulieman y cols, 2005). Su efectividad va a depender de varios factores como el tipo y severidad de la tinción, edad del paciente, concentración del agente activo y características del protocolo de blanqueamiento, como el tiempo de aplicación y la frecuencia (ADA Council, 2009).

## **Agentes blanqueadores**

Los agentes más utilizados son el peróxido de hidrógeno, el peróxido de carbamida y perborato de sodio (Oteo Calatayud y cols, 2009).

### **Peróxido de hidrógeno:**

El peróxido de hidrógeno fue introducido en 1888. Es el principal componente activo de los agentes blanqueadores (Sathe y cols, 2015). Líquido transparente, altamente soluble en agua. El peróxido de hidrógeno es un poderoso agente oxidante y un material cáustico, dado esto, quema los tejidos blandos con los que entra en contacto. Tiene la capacidad de liberar radicales libres. Es un compuesto inestable, su velocidad de descomposición puede aumentar dramáticamente en presencia de catalizadores, por esto, se debe almacenar en lugares oscuros y frescos (Dahl y Pallesen, 2003; Joiner, 2006; Joiner, 2007). Su bajo peso molecular le confiere la capacidad de penetrar en dentina, liberando radicales libres y especies reactivas de

oxígeno, rompiendo los enlaces dobles de compuestos orgánicos e inorgánicos al interior de los túbulos dentinarios (Benetti y cols, 2004; Plotino y cols, 2008).

### Mecanismo de acción

Los elementos causantes de una tinción son principalmente compuestos orgánicos complejos y de elevado peso molecular, que poseen cadenas conjugadas extendidas de enlaces alternados simples o dobles, incluyendo por lo general, heteroátomos y grupos carbonilo y fenilo en el sistema conjugado (Joiner, 2006).

El peróxido de hidrógeno dado que es un fuerte agente oxidante, tiene la habilidad de producir radicales libres como hidroxilo, perhidroxilo y aniones superóxido. Estas moléculas son altamente inestables, por lo que atacan a moléculas orgánicas e inorgánicas para lograr estabilidad, (Dahl y Pallesen, 2003; Sulieman, 2008). El blanqueamiento ocurre, ya que el peróxido de hidrógeno difunde a través del esmalte y dentina e interactúa con los cromóforos (Kihn, 2007), rompiendo uno o más enlaces dobles de los pigmentos mediante clivaje de la cadena conjugada o a través de la oxidación de entes químicos presentes en ella, obteniendo estructuras de carbono hidrófilas, no pigmentadas y con enlaces de carbono saturados (Joiner, 2006).

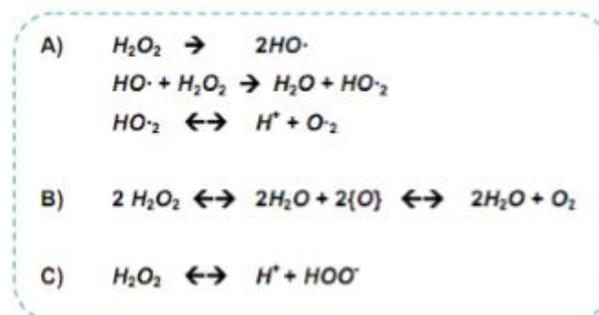


Figura 6: (A) El peróxido de hidrógeno puede formar radicales libres hidroxilo (HO·), radicales perhidroxilo (HO<sub>2</sub>·), aniones superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>). (B) moléculas de oxígeno activo que son inestables y se transforman en oxígeno molecular, o (C) se liberan como su forma iónica (Sulieman, 2008).

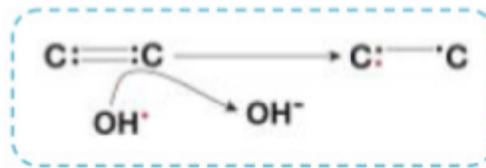


Figura 7: Radical hidroxilo (OH) provocando la ruptura del doble enlace. Para estabilizar su estructura molecular, el radical libre obtiene un electrón al conjugar el doble enlace. (Sulieman, 2008).

Los mecanismos de esta reacción son variados y dependen del sustrato y el medio. Así, la eficiencia del blanqueamiento depende de las condiciones del medioambiente, tales como temperatura, pH, luz ultravioleta y presencia de algunos iones (Joiner, 2006; Sulieman, 2008).

Los radicales libres perhidroxilo ( $\text{HO}_2^-$ ) son la especie más reactiva del blanqueamiento, ya que este anión por sí sólo puede activar el proceso o ser dador de un electrón para iniciar la formación de radicales libres. Su formación se ve favorecida por un alto pH, pero rara vez ocurre esta situación, ya que la vida útil del producto se ve adversamente afectada bajo estas condiciones (Sulieman, 2008).

Las tinciones causadas por sustancias inorgánicas atrapadas en la red cristalina de la estructura del esmalte, o adheridas superficialmente por interacciones con proteínas de la saliva, requieren la oxidación de los enlaces tiolato o sulfuro mediante una apropiada catálisis, como el Fe (II), para hacerlas receptivas a los agentes blanqueadores. Comúnmente estos catalizadores no están disponibles o se presentan en baja concentración, produciendo que la degradación del peróxido de hidrógeno ocurra en forma muy lenta y teniendo como consecuencia que el tiempo de tratamiento para este tipo de tinciones sea mayor (Sulieman, 2008).

## **Efectos biológicos**

Se han planteado problemas de seguridad en relación al efecto del blanqueamiento en los tejidos estructurales del diente, tejidos blandos de la pulpa y mucosas orales, además de las consecuencias de la ingestión sistémica de los agentes blanqueadores. Preocupación produce los posibles efectos toxicológicos de los radicales libres generados por estos agentes (ADA Council, 2009).

### **1. Daño a los tejidos blandos**

Los radicales libres son conocidos por ser capaz de reaccionar con proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, causando daño celular. Los agentes blanqueadores son potencialmente corrosivos para las membranas mucosas o la piel, causando daño en los tejidos y sensación urente. Existe una mayor prevalencia de irritación gingival en pacientes con agentes blanqueadores a mayor concentración (ADA Council, 2009).

Aun así, el cuerpo posee mecanismos de defensa a nivel tisular y celular que reparan los daños sufridos. En fluidos corporales, tejidos y órganos se encuentran enzimas que son capaces de metabolizar al peróxido de hidrógeno, siendo la peroxidasa salival la más efectiva e importante contra los efectos adversos de los agentes blanqueadores. La toxicidad del peróxido a nivel dérmico es baja, aún en concentraciones del 35% no se considera irritante dérmico. Las preocupaciones de citotoxicidad o graves daños a los tejido parece ser infundado, no obstante el uso de protección gingival es necesario (Sulieman, 2008; Tano y cols, 2012).

### **2. Efectos sistémicos**

Los efectos agudos de la ingestión de peróxido de hidrógeno dependen de la cantidad ingerida y la concentración del compuesto. Los agentes blanqueadores a baja concentración han demostrado ser bastante seguros, sin embargo, hay mayores posibilidades de tener efectos adversos en los blanqueamientos at-home, ya que estos no son controlados por el dentista. Ocasionalmente generan irritación en mucosas palatinas o en la garganta, también se generan problemas

gastrointestinales. Estos efectos son completamente reversibles (Pohjola y cols, 2002).

Si bien, el potencial del peróxido de hidrógeno de interactuar con el ADN trajo preocupaciones sobre su carcinogenicidad, se ha comprobado no ser teratogénico, mutagénico ni carcinogénico (Sulieman, 2008).

### **3. Daño a los tejidos duros**

Estudios indican que los agentes blanqueadores no tienen efectos nocivos significativos sobre la morfología y química del esmalte y la dentina, microdureza superficial, esmalte subsuperficial, microdureza y ultraestructura de la dentina, incluso bajo la exposición de altas concentraciones de peróxidos. Tampoco tienen un efecto significativo en la posterior pérdida de esmalte y dentina por causas erosivas, formación de caries o abrasión con pasta dental (Joiner, 2007).

Una posible explicación para el reportado efecto deletéreo de los agentes blanqueadores sobre el esmalte y/o dentina es el pH de la formulación usada. La baja transitoria del pH es directamente proporcional a la cantidad de radicales libres generados. Esta baja de pH producida por peróxidos a altas concentraciones puede alterar la relación calcio/fosfato de los tejidos duros. Aun así, la cantidad de calcio perdida es comparable a la pérdida producida por la ingestión de bebidas carbonatadas. La saliva juega un papel fundamental en el proceso de remineralización (Dahl y Pallesen, 2003; Sulieman, 2008; Sathe y cols, 2015).

### **4. Sensibilidad**

Sensibilidad transitoria leve a moderada pueden experimentar hasta el 60% de los pacientes durante el blanqueamiento. La incidencia y severidad de la sensibilidad está relacionada a características propias del agente blanqueador, como la concentración y pH; propias del protocolo de blanqueamiento, como el tiempo de aplicación y el uso de dispositivos de luz y calor; y la susceptibilidad propia del individuo (Sulieman, 2008; ADA Council, 2009).

El fácil paso de las moléculas de peróxido de hidrógeno a través de los tejidos duros del diente, puede resultar en inflamación pulpar, afectando a los nervios sensoriales pulpares que gatillan respuesta a estímulos, principalmente fríos. A pesar de esto, la cantidad que difunde hasta la cámara pulpar es muy baja para producir sensibilidad permanente (Sulieman, 2008).

El uso de luz durante el blanqueamiento se pensó ser uno de los factores causantes de sensibilidad, al aumentar la temperatura intracamerar, pudiendo llegar a producir daño pulpar. Sulieman y cols estudió las diferentes fuentes de luz usadas durante los protocolos de blanqueamiento y encontraron que estas no aumentan la temperatura pulpar sobre los 5.5°C críticos mientras estas son usadas siguiendo indicaciones del fabricante (Sulieman y cols, 2005; Sulieman, 2008).

### **Peróxido de Hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado**

El uso de peróxidos de hidrógeno de alta concentración genera efectos adversos de mayor prevalencia y severidad. Si bien estos son transitorios, en vista de la seguridad, productos blanqueadores efectivos y con bajas concentraciones de peróxido son necesarios. Reportes afirman que agentes que contienen concentraciones menores de 10% de peróxido de hidrógeno son más seguros (ADA Council, 2009; Tano y cols, 2012). Siguiendo esta premisa, el 31 octubre del 2012, entró en vigencia la prohibición en la Comunidad Europea del uso de peróxido de hidrógeno concentraciones sobre el 6% (Carey, 2014).

Se ha demostrado que diferentes concentraciones de peróxido pueden tener resultados similares entre ellas, pero esto solo es posible si ambos agentes son utilizados por el tiempo adecuado, necesitando menor tiempo de acción los peróxidos de mayor concentración para alcanzar el resultado (Sulieman y cols, 2004).

Sulieman y cols realizaron un estudio relacionando diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno, al 35%, 25% 15% 10% y 5%, y la cantidad de aplicaciones

necesarias para obtener el mismo resultado de blanqueamiento. Encontraron que los geles de mayor concentración necesitan menos cantidad de aplicaciones para producir blanqueamiento y que la relación entre la concentración y el número de aplicaciones es exponencial. Además, demostraron que hay un límite de blanqueamiento, siendo posible blanquear un diente hasta un punto final (vita B1) y no más allá (Sulieman y cols, 2004).

El uso de métodos que aumenten la velocidad de reacción química puede permitir el desarrollo de técnicas de blanqueamiento a baja concentración más rápidas, eficientes y confortables clínicamente. Entre estos métodos se encuentran, catálisis química, termo-catálisis con unidades de calor, conversión foto-termal y fotocatalisis (Bortolatto y cols, 2013)

El uso de un dispositivo híbrido Láser/LED para la catálisis de agentes blanqueadores permite una disminución significativa en la sensibilidad de los dientes, además de reducir el tiempo de tratamiento de blanqueo en un 53%, con los mismos resultados estéticos obtenidos con la activación no foto-térmica (Bortolatto y cols, 2013).

Para permitir la absorción de la luz por parte del gel y disminuir la afectación de la estructura dentaria, se incorporan fotoiniciadores o tintes capaces de absorber la longitud de onda específica de la fuente lumínica usada (Sathe y cols, 2015). Así, la fotocatalisis basada en semiconductores introduce el uso de dióxido de titanio en los geles blanqueadores, el cual, al absorber luz de una longitud de onda determinada, crea un par de hueco electrónico al excitar un electrón de la banda de valencia a la banda de conducción (Varley y cols, 2011).

El dióxido de titanio, nanopartícula semiconductor, al estar expuesta a luz ultravioleta cataliza la formación de radicales hidroxilos desde el peróxido de hidrógeno. La combinación de peróxido de hidrógeno de baja concentración con dióxido de titanio podría ser más seguro que altas concentraciones de peróxido de hidrógeno, debido a la formación de  $O_2^-$  en vez de  $OH^-$ , que son un factor de riesgo del blanqueamiento (Maetani y cols, 2008), con el inconveniente de que el uso de

radiación ultravioleta podría tener efectos nocivos (Labrie y cols, 2011; Brenneisen y cols, 2002).

Esfuerzos se han dedicado a la ampliación de la fotoabsorción  $\text{TiO}_2$  a la región visible del espectro. La adición de impurezas de Nitrógeno ha demostrado mejorar la absorción de luz visible, lo que lleva a una mayor actividad fotoquímica (Varley y cols, 2011). Así, el dióxido de titanio nitrogenado (N- $\text{TiO}_2$ ) es un fotocatalizador que exhibe una reactividad superior bajo luz visible y una reactividad UV similar al dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) (Asahi y cols, 2001; Martín y cols, 2015). Este permite mejorar la eficacia de agentes de peróxido de hidrógeno, posibilitando una reducción de la concentración y, en definitiva, un blanqueamiento más seguro (Tano y cols, 2012).

N- $\text{TiO}_2$  acelera la reacción química del peróxido bajo el rango de luz visible, específicamente en el rango de 380-450nm de longitud de onda, sin embargo, el peak de energía de fuentes de luz comunes en las consultas dentales no se encuentra en este rango de longitud de onda (Tano y cols, 2012).

En una búsqueda para entender la influencia de diferentes fuentes de luz en la eficacia blanqueadora de un agente blanqueador in-office que contenía dióxido de titanio nitrogenado, Kishi y cols el 2011, compararon 3 fuentes de luz, luz halógena convencional, luz LED azul y luz LED azul-violeta. Encontraron que, si bien, todas eran efectivas, la luz LED azul-violeta demostró mayor eficacia. Esto se explica, ya que la luz LED azul-violeta, tiene un peak adicional a 405 nm, a diferencia de la luz LED azul, con un solo peak a 470 nm (Kishi y cols, 2011). Siendo consistente con lo previamente informado por Suemori y cols el 2008, que mientras que el fotocatalizador exhibió la absorbancia más alta en la región UV; también se observó una fuerte absorbancia de la luz visible en la región de longitud de onda cerca de la región UV (alrededor de 405 nm) (Suemori y cols, 2008).

Tano y cols evaluaron el efecto de la fotocatalisis con luz láser de diodo de 405nm sobre el peróxido de hidrógeno con N- $\text{TiO}_2$  concluyendo que la luz láser de diodo es una fuente de luz eficaz. El efecto blanqueador usando láser de diodo de 405nm depende del promedio de la potencia de salida y el tiempo de irradiación. Y frente

al mismo promedio de potencia de salida, la irradiación láser pulsada con pulsos de duración cortos debe ser preferida sobre la irradiación continua (Tano y cols, 2012).

El láser infrarrojo actúa a una longitud de onda que pueden promover una alta polarización de la membrana nerviosa, disminuyendo así la generación de potenciales de acción y, en consecuencia reducir la aparición y la intensidad de la sensibilidad generada durante el blanqueamiento. Además, la luz LED azul cataliza la formación de radicales libres por parte del peróxido de hidrógeno (Kishi y cols, 2011; Bortolatto y cols, 2013).

### **Protocolo convencional versus protocolo simplificado**

Esfuerzos se han llevado a cabo para la creación de protocolos simplificados de blanqueamientos.

El protocolo convencional, el cual consiste en la reposición del gel cada 5-20 minutos, se justifica dada la posible disminución de efectividad y daño a la estructura dentaria que produciría la baja del pH del medio provocada por la progresiva liberación de radicales libres durante la degradación del peróxido (Coons, 1978).

Sin embargo, en estudios actuales se observa una baja no significativa del pH del medio durante el blanqueamiento, coincidente con una pequeña baja en la concentración de peróxido de hidrógeno activo (Fornaini y cols, 2013; Caneppele y cols, 2015). Esto incluso se observa en geles blanqueadores a baja concentración, Al-Qunaian demostró que en un gel de peróxido de hidrogeno al 3% después de una hora en contacto con las estructuras del diente, el promedio total de peróxido de hidrógeno activo restante fue de 32,23% (Al-Qunaian y cols, 2003).

Teniendo en cuenta que el gel conserva una actividad sustancial después de una hora, una sola aplicación del gel durante un período prolongado podría producir resultados similares. Este enfoque simplificado daría lugar a menos tiempo de sillón y reduciría los costos asociados al uso del material por paciente. Por otra parte, el

riesgo de quemaduras de tejidos blandos ocasionales se reduciría al ser manejado sólo una vez el gel blanqueador (Reis y cols, 2011).

No obstante, los estudios que se han llevado a cabo comparando la efectividad y seguridad biológica entre protocolo convencional y simplificado han arrojado resultados contradictorios.

Por un lado, Caneppele y cols y Al-Harbi y cols observaron que no existen diferencias significativas en la efectividad entre ambos protocolos (Al-Harbi y cols, 2013; Caneppele y cols, 2015). De la misma manera, Kwon y cols en un estudio in vitro demostraron que no habían diferencias significativas en efectividad y reportaron mayor penetración de gel blanqueador a la cámara pulpar en el protocolo convencional (Kwon y cols, 2013). Marson y cols reportaron no existir diferencias significativas en cuanto a sensibilidad y efectividad (Marson y cols, 2008)

Por el otro lado, Reis y cols y Matis y cols, encontraron que el protocolo simplificado exhibía menor efectividad y además reportó mayor sensibilidad que el protocolo convencional (Matis y cols, 2009; Reis y cols, 2011).

La combinación de peróxido de hidrógeno de baja concentración con dióxido de titanio nitrogenado activado con luz Láser/LED es un método clínicamente eficaz y seguro para los dientes descoloridos. El uso de protocolos simplificados de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de hidrógeno nitrogenado, podría facilitar aún más el procedimiento clínico, sin embargo, no existen estudios que comparen la efectividad y seguridad biológica de protocolo simplificado versus el protocolo con reposición de gel en blanqueamientos con peróxidos a baja concentración fotoactivados.

## **2. Hipótesis**

No hay diferencias en la efectividad ni sensibilidad post-blanqueamiento al comparar el protocolo de aplicación única de 36 minutos de peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado con luz Láser/LED con el protocolo de reposición del gel cada 12 minutos.

## **3. Objetivo General**

Comparar la efectividad y la seguridad biológica entre dos protocolos de 36 minutos de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado con luz Láser/LED.

## **4. Objetivos específicos.**

1. Determinar y comparar la variación total de color dental obtenido con Vita-Easyshade Compact® ( $\Delta E$ ) entre ambos protocolos finalizada cada sesión de blanqueamiento y luego, en un control semanal y mensual.
2. Documentar y comparar la ocurrencia e intensidad de sensibilidad previa, durante el tratamiento y 14 días consecutivos al término de este.
3. Analizar y comparar, entre ambos protocolos, el efecto de blanqueamiento y sensibilidad.

## 5. Metodología

### 5.1 Diseño de estudio:

Se realizó un ensayo clínico aleatorizado, doble-ciego, diseño boca dividida, siguiendo las recomendaciones de CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials), bajo los principios de la declaración de Helsinki y aprobado por la Oficina de Investigación y la Junta de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (Adscrito a proyecto PRI-ODO 15/001).

### 5.2 Definición de las variables:

Efectividad del blanqueamiento in-office con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado fotoactivado con luz Láser/LED se definió como:

- Definición conceptual: Cambio total de color dental post blanqueamiento obtenido luego de realizar 2 mediciones (inicial y final).
- Definición operacional: Cambio total de color dental medido con espectrofotómetro Vita Easyshade®, expresado en  $\Delta E$ , el cual se obtendrá con el siguiente cálculo matemático:  $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ . El valor de  $\Delta E$  se expresará en números decimales.

Seguridad biológica del blanqueamiento in-office con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado fotoactivado con luz Láser/LED se definió como:

- Definición conceptual: Cambio en la prevalencia y/o severidad de sensibilidad dental post blanqueamiento.
- Definición operacional: Cambio en el porcentaje de pacientes que presentaron sensibilidad en algún momento del tratamiento y cambio en la intensidad de la sensibilidad medido con escala visual análoga.

### 5.3 Muestra

El objetivo principal de este estudio fue determinar la efectividad en términos de cambio de color ( $\Delta E$ ). Estudios previos mostraron que el uso de agentes blanqueadores de peróxido de hidrógeno con o sin activación de luz Láser/LED llevaron a una variación del  $\Delta E$  entre 2.0-7.0 después de dos sesiones de blanqueamiento (Bortolatto y cols, 2014; Bortolatto y cols, 2013; Martin y cols 2015). El tamaño de la muestra se determinó utilizando el software G\*Power 3.1, considerando un nivel de significación del 5%, un poder estadístico del 80% (Faul y cols, 2007). Un mínimo de 25 participantes serían necesario en cada grupo. Debido a una mayor tasa de deserción en los estudios clínicos previos (Martin, 2015), se decidió agregar 20% más de pacientes, lo que llevó a 30 pacientes en cada grupo.

Se invitó a participar al estudio por medio de afiches públicos en redes sociales y juntas de vecinos. Voluntarios fueron citados y evaluados en el sillón dental. Posteriormente se seleccionaron a los voluntarios que calificaron en los criterios de inclusión y exclusión del estudio.

#### Criterios de inclusión

- Ser mayor de 18 años.
- Buena salud general y bucal.
- Dientes libres de lesiones de caries y enfermedad periodontal.
- Estar de acuerdo con el documento del consentimiento informado.
- Que la coloración de los incisivos centrales superiores sea clasificada como A2 o mayor valor, de acuerdo a la escala VITA Classical medido con espectrofotómetro Vita Easyshade®.

#### Criterios de exclusión

- Experiencia previa de blanqueamiento dentario.
- Prótesis dental o restauración en dientes antero superiores.
- Embarazadas o en período de lactancia.
- Presencia de recesiones gingivales.

- Sensibilidad dentaria.
- Grados moderados o severos de fluorosis dental o tinciones de tetraciclina.
- Tratamiento endodóntico en dientes antero superiores que presenten una coloración interna severa.
- Lesiones cervicales no cariosas o cracks visibles en los dientes.
- Pacientes que utilicen aparatos ortodóncicos fijos.
- Pacientes que presenten bruxismo.
- Pacientes con tumores orofaciales.
- Consumo de medicamentos analgésicos, antibióticos o antiinflamatorios.
- Pacientes que no tengan disponibilidad para asistir a los controles.

## **5.4 Blanqueamiento**

### **5.4.1 Fase previa**

Cada paciente fue informado del objetivo del proyecto y los beneficios y posibles efectos adversos asociados al procedimiento. Recibieron un consentimiento informado (Anexo 1) el cual fue explicado, y se respondieron las posibles dudas que surgieron de este. Se procedió a llenar una ficha clínica (Anexo 2), en la cual se registraron los datos personales, antecedentes médicos y odontológicos de cada paciente que ingresó al estudio.

Se realizó una profilaxis dental con piedra pómez y agua e instrucción de higiene oral una semana antes del blanqueamiento.

Se confeccionó una matriz de silicona para estandarizar la toma de color con silicona de condensación consistencia pesada (Zetaplus, Zhermack, Badia Polesine, Rovigo, Italy). Una ventana fue creada en la superficie labial en el tercio medio del incisivo central utilizando un dispositivo con bordes bien formados y un radio de 3 mm que corresponde a la punta del espectrofotómetro.

### 5.4.2 Protocolo de blanqueamiento

Dos operadores entrenados llevaron a cabo los tratamientos de blanqueamiento. Un tercer participante, quien no tuvo contacto con los pacientes, fue el responsable de llevar a cabo la asignación al azar. La asignación de los grupos (hemiarcadas) se realizó por sorteo utilizando Microsoft Excel 2010 (Microsoft, Redmond, Washington, EE.UU.) a partir de la codificación asignada a cada participante.

Ambos grupos completaron 2 sesiones de blanqueamiento de 36 minutos cada una, realizadas bajo la acción de un nanoclareador constituido por peróxido de hidrógeno al 6% conteniendo nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado como semiconductor (Lase Peroxide Lite—DMC, São Carlos, SP, Brazil, Registro ANVISA 80030810082).

- Grupos A: protocolo de blanqueamiento con una aplicación única de 36 minutos de peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado con luz Láser/LED.
- Grupo B: protocolo de blanqueamiento con recambio del agente blanqueador, que consta de 3 aplicaciones de 12 minutos de peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado con luz Láser/LED.

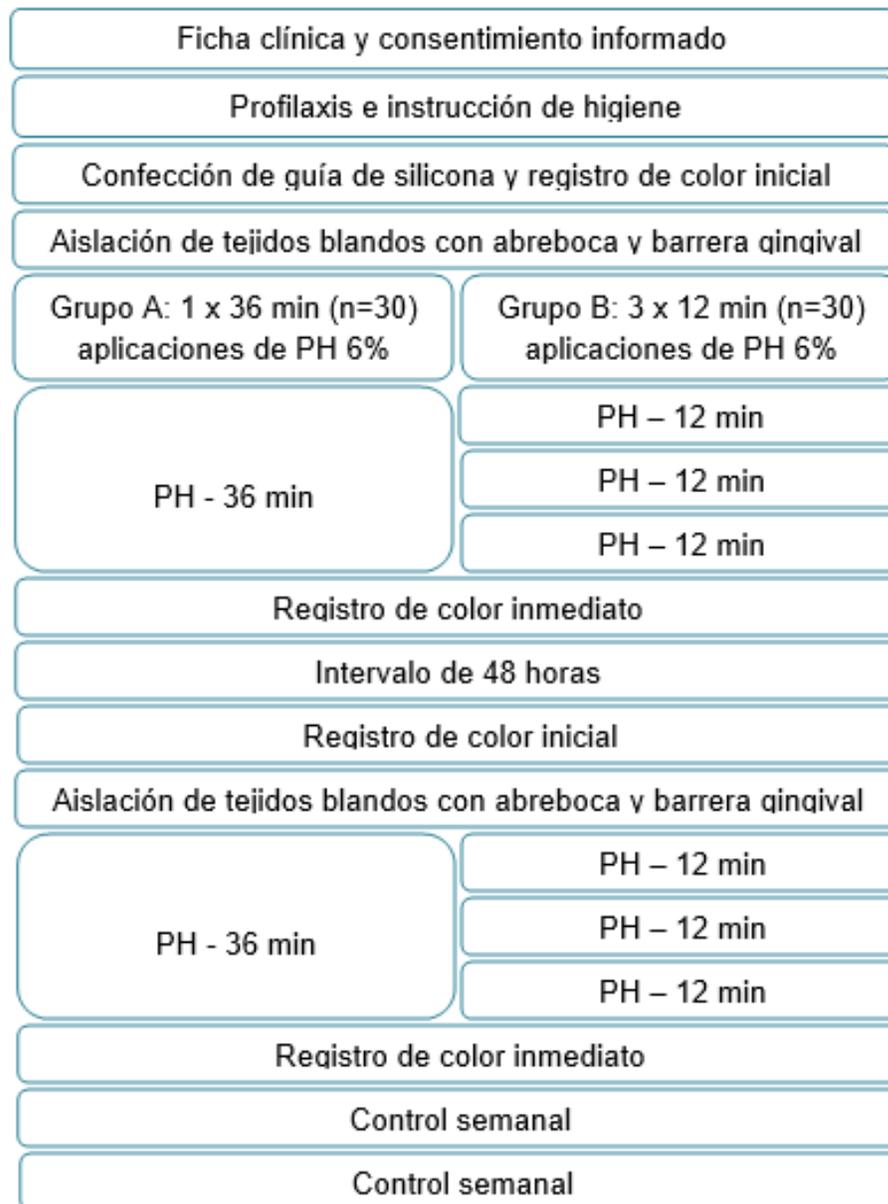
Ambos grupos fueron irradiados con la misma fuente lumínica híbrida, que consta con un láser infrarojo de 808nm (100mW) y una luz LED azul de 450nm (400mW). (Bleaching Lase Plus—DMC Equipamentos, São Carlos, SP, Brazil).

Las sesiones de blanqueamiento se llevaron a cabo con un intervalo de 48 horas. En cada sesión se llevó a cabo el siguiente protocolo: (Esquema 1).

- Se registró el color de los incisivos centrales superiores con el espectrofotómetro VITA-Easyshade previamente calibrado.
- Se aislaron los tejidos blandos, con la ayuda de un abreboca y se aplicó barrera gingival fotopolimerizable (Lase Protect—DMC, São Carlos, SP, Brazil).

- Se preparó el producto con 1 gota de espesante y 3 gotas de peróxido de hidrógeno (Lase Peroxide Lite—DMC, São Carlos, SP, Brazil, Registro ANVISA 80030810082), según las indicaciones del fabricante. El gel resultante se distribuyó uniformemente sobre la superficie dentaria de la arcada superior. Un total de 8 dientes entre los primeros premolares se blanquearon para cada paciente.
  - **Grupo A:** Luego de aplicado el gel blanqueador, se realizó la activación del gel con luz Láser/LED comenzando con 1 minuto de descanso, seguido de 2 minutos de activación, hasta completar los 36 minutos de protocolo.
  - **Grupo B:** Luego de realizada la primera aplicación, se realizó la activación del gel blanqueador con luz Láser/LED comenzando con 1 minuto de descanso, seguido de 2 minutos de activación, hasta completar 12 minutos.
  - Transcurrido 12 minutos y coincidente con el descanso de la activación, se retiró y limpió el agente blanqueador y se realizó una segunda aplicación del agente.
  - Se continuó el mismo protocolo de activación con luz Láser/LED hasta completar los 24 minutos.
  - Transcurrido 24 minutos y coincidente con el descanso de la activación, se retiró y limpió el agente blanqueador y se realizó una tercera aplicación del agente
  - Se continuó el mismo protocolo de activación con luz Láser/LED hasta completar los 36 minutos.
- Se limpiaron todos los excesos de agentes blanqueadores y se retiró la aislación de barrera gingival y abreboca.
- Se registró el color inmediato de los dientes 8 y 9 con el espectrofotómetro VITA-Easyshade.

Además, se les recomendó a los pacientes no consumir ni beber alimentos que pudiesen teñir los dientes durante el periodo del estudio.



Esquema 1: Tabla resumen de protocolo de blanqueamiento.

### 5.4.3 Controles

Se realizaron sesiones de control a la semana y al mes después de la última sesión de blanqueamiento. Nuevamente, se registró el color de los dientes 8 y 9 con la guía de silicona y el espectrofotómetro VITA-Easyshade.

#### **5.4.4 Cegamiento**

Ni los participantes ni el primer operador conocían la asignación de los grupos antes de la sesión clínica de blanqueamiento. Un segundo operador estaba a cargo de la medición del color con espectrofotómetro. Un tercer operador, no involucrado en la ejecución de los protocolos en estudio, fue quién realizó el proceso de aleatorización de las hermiarçadas y el análisis estadístico de los datos obtenidos.

#### **5.5 Medición de color**

El color se midió con el espectrofotómetro Vita-Easyshade Compact® (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) de acuerdo con el sistema CIELab. La calibración del equipo fue realizada siempre antes de cada medición y para cada diente se realizaron mediciones hasta obtener 3 veces el mismo valor.

La evaluación del color se obtuvo de un área de 6mm de diámetro localizada en el tercio medio de la superficie vestibular de los incisivos centrales superiores, la cual estaba determinada con la guía de silicona previamente descrita.

Se midió el color dental inicial baseline (B), inmediato post-primera sesión (S1), inmediato post-segunda sesión (S2), control semanal (CS) y control mensual (CM) finalizado el blanqueamiento.

La forma de registrar el color fue: posterior a la calibración del espectrofotómetro y de ubicar la matriz de silicona en los dientes superiores, se posicionó la punta del espectrofotómetro en la matriz, perpendicular a la superficie vestibular del incisivo, una vez ubicado en esa posición, se procedió a presionar el botón de medida para obtener el registro de color.

El color fue determinado usando los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  obtenidos. La variación de color obtenida y, por ende, la eficacia del agente blanqueador, fue calculada por la diferencia entre los valores obtenidos en la sesión y el valor inicial.

## **5.6 Evaluación de la sensibilidad dental**

La sensibilidad dental (TS) se definió por las variables de ocurrencia e intensidad. Estos datos fueron obtenidos por formularios de autollenado y evaluación clínica durante e inmediatamente después de la sesión de blanqueamiento. Los voluntarios fueron instruidos para llenar un formulario en caso de experimentar sensibilidad en alguno de los dientes blanqueados en el transcurso de 14 días iniciado el protocolo de blanqueamiento. Para la escala visual análoga, EVA, se les indicó a los participantes valorar la intensidad de la sensibilidad dibujando una línea perpendicular a una línea de 10 cm de longitud, el valor cero en un extremo que indica "sin sensibilidad" y el valor 10 al otro extremo que indica "sensibilidad insoportable" (ANEXO 2).

La ocurrencia se analizó de acuerdo a si se informó de sensibilidad. La intensidad fue cuantificada con una regla milimetrada en relación a la perpendicular trazada por el paciente. Los valores fueron agrupados de acuerdo a 4 categorías: 0,1 a 2,5 leve, 2,6-5,0 moderada, 5,1 a 7,5 considerable y 7,6 a 10 severa.

## **5.7 Análisis estadístico**

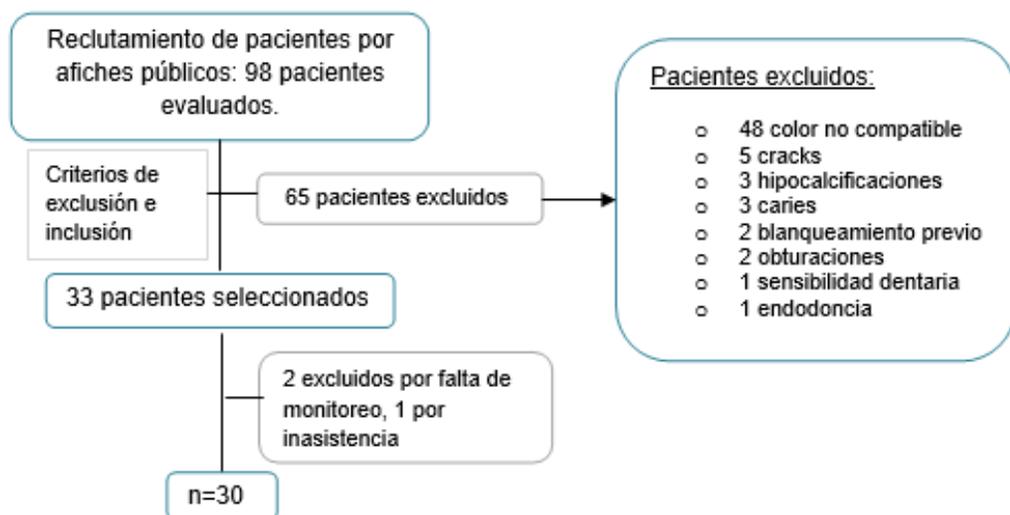
Luego de analizar la homogeneidad y normalidad de los datos, la eficacia de los protocolos fue analizada por el test Mann-Whitney y la ocurrencia e intensidad de la sensibilidad fue analizada por el test-Z.

Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas utilizando el software SPSS 22.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA).

## 6. Resultados

### 6.1 Muestra

Se examinó un total 98 de pacientes, de los cuales 33 fueron seleccionados para el estudio. 65 pacientes fueron excluidos en la etapa previa al blanqueamiento, 1 paciente no asistió a la segunda sesión de blanqueamiento y 2 no pudieron continuar con el monitoreo, quedando un total de 30 pacientes para el estudio (Esquema 2).



Esquema 2: proceso de selección de pacientes.

### 6.2 Descripción de la muestra

La muestra consistió en 16 hombres (53,3%) y 14 mujeres (46,7%). La media de edad de la muestra fue de  $27,63 \pm 7,13$  años para los hombres,  $26,71 \pm 9,3$  años para las mujeres y de  $27,24 \pm 8,0$  para toda la muestra (Tabla 1).

	N	%	Edad promedio ( $\pm$ DE)
Hombres	16	53,3%	$27,63 \pm 7,13$
Mujeres	14	46,7%	$26,71 \pm 9,3$
Total	30	100%	$27,24 \pm 8,0$

Tabla 1: Situación demográfica de pacientes seleccionados.

### 6.3 Distribución de los datos

Los datos obtenidos se sometieron a pruebas de normalidad para evaluar la distribución de la muestra mediante el test de Shapiro-Wilk. Estos no se distribuían de forma normal, por lo que se utilizó estadística no paramétrica para la evaluación de los datos.

#### A. Color inicial y evolución del color registrada con el espectrofotómetro

##### Registro color inicial en espacio CIELab

Los promedios de los valores iniciales de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  para ambos grupos se observan en la tabla 2. No se registraron diferencias significativas entre los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  antes de iniciar el tratamiento.

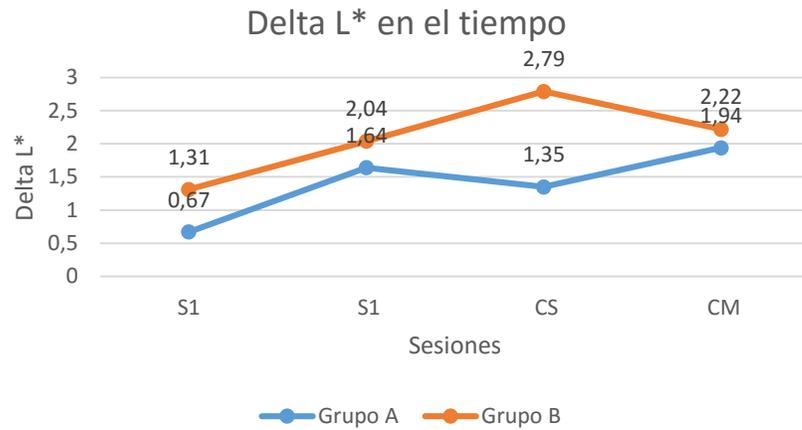
	L		A		B	
	Valor promedio	Desviación estándar	Valor promedio	Desviación estándar	Valor promedio	Desviación estándar
Grupo A	82,33	4,07	-1,02	1,48	24,72	2,70
Grupo B	81,94	4,47	-0,96	1,07	24,66	3,40
Valor p	0,714		0,869		0,945	

Tabla 2: color inicial de voluntarios en espacio CIELab.

##### Delta $L^*$ , $a^*$ y $b^*$ y Delta E

Los cambios de color experimentados según los valores  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  y  $\Delta b^*$  y  $\Delta E$  entre la medición de color inicial y tiempos de medición: inmediato primera sesión (S1), inmediato segunda sesión (S2), control semanal (CS) y control mensual (CM), son representados a continuación. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos, al analizar según el test Mann-Whitney, en todos los tiempos evaluados.

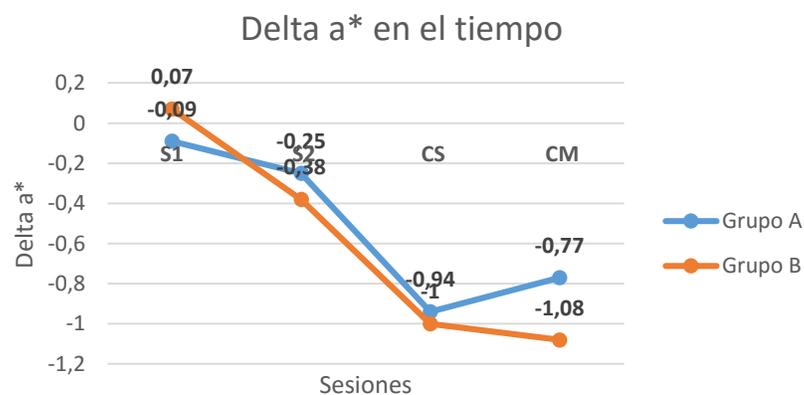
## Delta L



	$\Delta L$			
	S1	S2	CS	CM
Grupo A	0,67 $\pm$ 4,14	1,64 $\pm$ 4,33	1,35 $\pm$ 4,17	1,94 $\pm$ 2,59
Grupo B	1,31 $\pm$ 3,40	2,04 $\pm$ 4,09	2,79 $\pm$ 3,55	2,22 $\pm$ 3,25
Valor p	0,503	0,708	0,149	0,717

Gráfico 1 y Tabla 3: Registro de evolución de  $\Delta L$  en el tiempo.

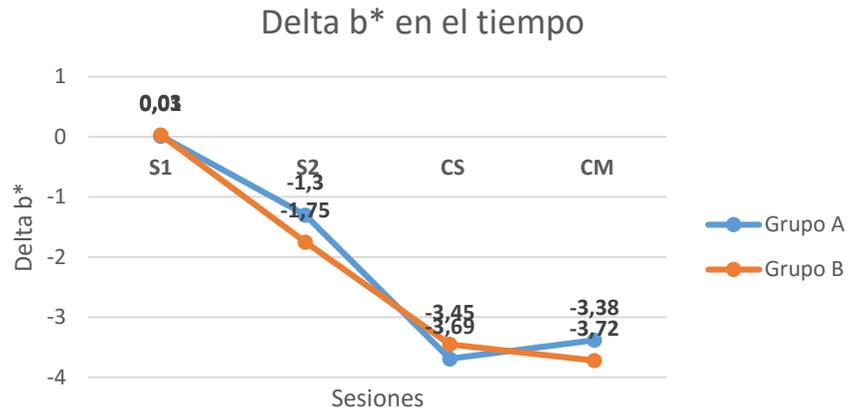
## Delta a



	$\Delta a$			
	S1	S2	CS	CM
Grupo A	-0,09 $\pm$ 1,13	-0,25 $\pm$ 1,33	-0,94 $\pm$ 1,29	-0,77 $\pm$ 1,03
Grupo B	0,07 $\pm$ 1,24	-0,38 $\pm$ 0,83	-1,00 $\pm$ 1,04	-1,08 $\pm$ 0,73
Valor p	0,593	0,630	0,846	0,188

Gráfico 2 y Tabla 4: Registro de evolución de  $\Delta a$  en el tiempo.

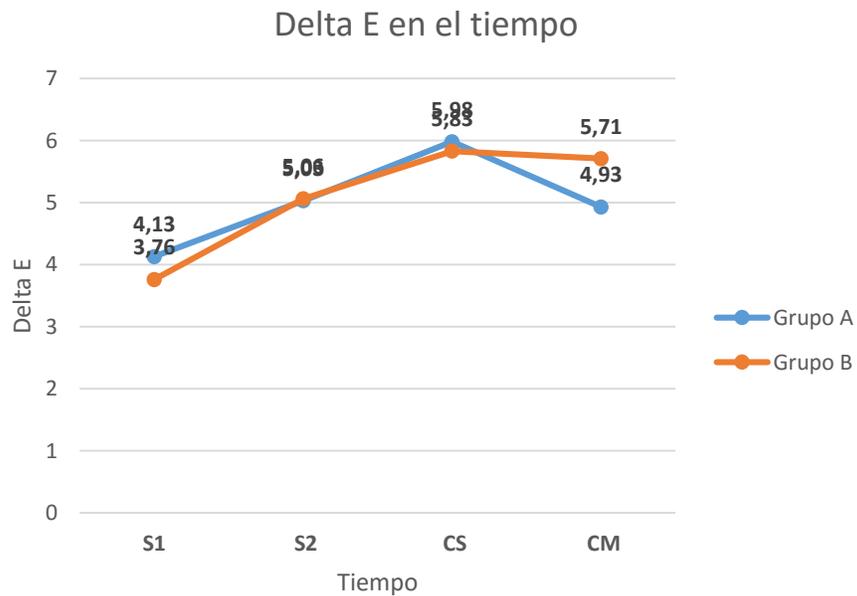
**Delta b**



	$\Delta b$			
	S1	S2	CS	CM
Grupo A	0,01 ± 2,46	-1,30 ± 3,05	-3,69 ± 2,37	-3,38 ± 0,42
Grupo B	0,03 ± 2,77	-1,75 ± 3,57	-3,45 ± 2,85	-3,72 ± 2,98
Valor p	0,981	0,587	0,721	0,620

Gráfico 3 y Tabla 5: Registro de evolución de  $\Delta b$  en el tiempo.

**Delta E**



	$\Delta E$			
	S1	S2	CS	CM
Grupo A	4,13±2,89	5,03±3,01	5,98±2,27	4,93±2,09
Grupo B	3,76±2,93	5,06±3,26	5,83±2,71	5,71±2,62
Valor p	0,617	0,864	0,950	0,207

Gráfico 4 y Tabla 6: Registro de valores de  $\Delta E$  al comparar el color inicial con el color inmediato obtenido en las distintas sesiones y controles.

### B. Ocurrencia e intensidad de sensibilidad

El riesgo absoluto de sensibilidad (ocurrencia) reportado fue de 6,25% en ambos grupos ( $n=2$ , mismos pacientes en ambos grupos). No hubo diferencia estadísticamente significativa al comparar la proporción de pacientes con el test Z ( $p=0,298$ ).



Gráfico 5 y 6: Registro de ocurrencia de sensibilidad y riesgo absoluto para ambos grupos.

En cuanto a intensidad de sensibilidad según la escala visual análoga (EVA), el valor máximo por paciente inmediatamente posterior a la sesión fue leve (Grupo A= $\bar{x}=0,18\pm 0,88$ , Grupo B= $\bar{x}=0,15\pm 0,61$ ) y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar ambos grupos ( $p=1$ ).

## 7. Discusión

El blanqueamiento dental es uno de los procedimientos más solicitados por los pacientes, ya que se considera un tratamiento altamente eficaz, mínimamente invasivo y biológicamente seguro para los dientes descoloridos. El blanqueamiento dental in-office normalmente se realiza con altas concentraciones de peróxido de hidrógeno (35% a 38%), una sustancia química que posee un alto poder oxidante (Joiner, 2006). Sin embargo, todavía hay mucha preocupación en relación a los efectos adversos, como la sensibilidad dental (Dahl y Pallesen, 2003; Costa y cols, 2010).

En un intento de combinar eficacia y seguridad, se introdujeron al mercado nuevos peróxidos de hidrógeno de menores concentraciones con nanopartículas semiconductoras de dióxido de titanio nitrogenado que permiten que la actividad catalítica se produzca cuando se expone el gel blanqueador a longitudes de onda en el espectro de luz visible (Suleiman y cols, 2003; Sakai y cols, 2007; Suemori y cols., 2008), mejorando la biocompatibilidad (Sakai y cols, 2007) y exhibiendo una efectividad comparable a las de peróxido de alta concentración (Martin y cols, 2015; Bortolatto y cols, 2014).

Este estudio comparó la efectividad y seguridad biológica entre dos protocolos de blanqueamiento, protocolo simplificado versus protocolo convencional, con peróxido de hidrógeno al 6% con nano partículas de dióxido de titanio nitrogenado con un diseño split-mouth. El atractivo del diseño es que elimina una gran cantidad de variabilidad interindividual, permitiendo una mejor estimación del efecto del tratamiento al ser el mismo individuo caso y control. (Lesaffre y cols 2009, Lesaffre y cols, 2007).

El método de medición de color utilizado fue el instrumental, por medio del espectrofotómetro Vita Easyshade Compact, dispositivo electrónico de alta objetividad, reproductibilidad y precisión, ampliamente utilizado en el área de la investigación (Olms y Setz, 2012; Kara y cols 2013), eliminándose así, los sesgos producidos por la determinación subjetiva del color. Para determinar el cambio de color, el parámetro  $\Delta E$  fue calculado manualmente a partir de la variación de los

valores L, a y b registrados por el espectrofotómetro. La variación fue calculada al comparar los valores baseline con los valores obtenidos posterior a cada sesión.

En relación a la efectividad del blanqueamiento dental, es necesario un cambio de al menos 5 unidades de  $\Delta E$  para que un protocolo sea efectivo (Bizhang y cols, 2009). En este estudio ambos protocolos exhibieron un  $\Delta E$  mayor a 5 inmediatamente después de la segunda sesión de blanqueamiento, obteniéndose un  $\Delta E$  de 5,03 para el protocolo simplificado (Grupo A) y de 5,06 para el protocolo convencional (Grupo B). Ambos grupos mostraron variación del color en el tiempo, encontrándose valor de  $\Delta E$  de 5,98 para el grupo A y 5,83 para el grupo B en el control semanal y de 4,93 para el grupo A y 5,71 para el grupo B en el control mensual. Estos resultados concuerdan con los publicados por Martin J y cols el 2015, donde reportan una similitud de 5 tonos de  $\Delta E$  (5,31) para el mismo gel al 6% para el blanqueamiento in-office, pero con un protocolo de aplicación diferentes (3 sesiones de 2 aplicaciones por 12 min, con un intervalo de 7 días entre sesiones (Martin y cols, 2015). Esto significa que los 3 protocolos de aplicación, la modalidad realizada por Martin et al. (3x12 min en 3 sesiones) y las 2 modalidades que se presentan en este ensayo clínico, son efectivos.

Al realizarse un blanqueamiento dental, ocurre un aumento en la luminosidad,  $\Delta L$  y una disminución de la intensidad cromática,  $\Delta a$  y  $\Delta b$  (Ontiveros y Paravina, 2009), En relación a los parámetros que componen el  $\Delta E$ , los valores obtenidos en el control mensual para el grupo A fueron de  $\Delta L$  1,94,  $\Delta a$  -0,77,  $\Delta b$  -3,38; y para el grupo B  $\Delta L$  2,22,  $\Delta a$  -1,08,  $\Delta b$  -3,27. Por lo tanto, en este estudio, las mayores variaciones se dieron en relación a  $\Delta b$  y  $\Delta L$ , esto coincide con los resultados obtenidos por Bengel y Karpinia y cols que observaron que el efecto blanqueador esta dado, principalmente, por la reducción del amarillo ( $\Delta b$ ) y, en segundo lugar, por el aumento de la luminosidad ( $\Delta L$ ). (Bengel, 2003; Karpinia y cols, 2002).

Al comparar la efectividad de ambos protocolos, no se encontraron diferencias significativas ( $p=0,864$  post-blanqueamiento). Este ensayo demuestra que el uso continuo de 36 minutos de gel de peróxido de hidrógeno a baja concentración activada por la luz Láser/LED logra la misma eficacia que un protocolo de aplicación

convencional. Del mismo modo, Caneppele y cols no encontraron diferencias significativas al comparar la efectividad de 3 protocolos diferentes de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 35% convencional (3x10 min, 1x30 min y 1x40 min) (Caneppele y cols, 2015). Marson y cols reportaron resultados similares, al no existir diferencias significativas en cuanto a sensibilidad y efectividad entre protocolo simplificado versus protocolo convencional (Marson y cols, 2008)

Al-Qunaian y cols al evaluar la tasa de degradación del peróxido de hidrógeno al 3.5% demostraron que, después de 1 hora de actividad, se mantuvo un 32,23% del peróxido restante activo (Al-Qunaian y cols, 2003). Chen y cols, en un ensayo in vitro, demostraron que el tiempo para lograr la eficacia de peróxido de hidrógeno durante el protocolo de blanqueamiento debe ser más de 20 minutos de contacto del gel con la superficie dentaria (Chen y cols, 1993). Caneppele y cols observó una pequeña baja de concentración y pH en el gel de peróxido al 35% después de 40 min en contacto con la estructura dentaria, lo que indica que solo una pequeña porción del peróxido había sido degradada (Caneppele y cols, 2015). Estos argumentos fundamentarían la eficacia conseguida por el gel de activado por la luz Láser/LED 6% en el protocolo simplificado.

Sólo 2 pacientes reportaron haber experimentado sensibilidad dental inducida por blanqueamiento inmediatamente posterior a ambas sesiones, registrándose un riesgo absoluto de 6,25% para ambos grupos. Este porcentaje dista mucho de otros ensayos clínicos de blanqueamiento in-office estudiados en el meta-análisis de He y cols el año 2012, donde el riesgo absoluto normal fluctúa entre 30-80% de los pacientes (He y cols, 2012) y el ensayo clínico de Paula y cols, donde compararon dos protocolos de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno a alta concentración con intervalos de 2 y 7 días entre sesiones, observándose un riesgo absoluto de 50-60%, sin diferencias significativas entre los grupos (de Paula y cols, 2014). La baja ocurrencia de sensibilidad puede deberse a 3 causas: primero, criterios de selección rigurosos, en los cuales no se admitían a pacientes con cracks o defectos en el esmalte, evitando así, la rápida propagación del peróxido hacia la cámara pulpar (Ozcan y cols, 2014); segundo, la aplicación de peróxido de hidrógenos a baja concentración, disminuyendo la agresividad del gel blanqueador

(Soares y cols 2013, Soares y cols, 2014); y tercero, la activación con luz Láser/LED, donde el láser permite una alta polarización de la membrana nerviosa, disminuyendo así la generación de potenciales de acción y, en consecuencia reducir la aparición y la intensidad de la sensibilidad (Soares y cols 2013, Soares y cols, 2014). En cuanto a la intensidad, sólo se registró sensibilidad de magnitud leve en ambos pacientes, las cuales persistieron el mismo día de las sesiones de blanqueamiento. No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos ( $p = 1$ ).

El dióxido de titanio es un semiconductor que bajo luz azul, cataliza la formación de radicales hidroxilo a partir del peróxido de hidrógeno (Kishi y cols, 2011). El mecanismo de acción del dióxido de titanio y de la luz LED azul es aún desconocido. En la literatura, los geles de peróxido de hidrógeno al 6% sin catalizadores deben ser aplicados durante 3 horas para poder lograr un blanqueamiento efectivo (Matis y cols, 2009). En este ensayo, solamente hubo un contacto del gel blanqueador con la superficie del diente de 72 minutos, lo que supone que la tecnología de las nanopartículas semiconductoras junto con el uso de luz LED azul son las catalizadoras para la reacción química, al mejorar la eficacia del blanqueamiento (He y cols, 2012). El láser infrarrojo ofrece un control de la sensibilidad inmediata producida por el blanqueamiento, ya que crea una despolarización temporal de fibras nerviosas (Soares y cols, 2014). Este efecto del láser infrarrojo influye claramente los valores de riesgo absoluto y la intensidad de la sensibilidad inducida por el blanqueamiento y coinciden con los reportados por Martin y cols con un 36,6% del riesgo de intensidad absoluta y leve de la sensibilidad inducida por el blanqueamiento (Martin y cols, 2015). Algunos autores correlacionan la presencia de una reacción inflamatoria aguda en la pulpa de dientes humanos sometidos a blanqueamiento al uso de geles de altas concentraciones (>35%) produciéndose la liberación de mediadores inflamatorios en la pulpa tal como bradiquinina (Costa y cols, 2010) o sustancia P (Caviedes-Bucheli y cols, 2008). Es probable, que al realizar protocolos de blanqueamiento con peróxidos a baja concentración, la liberación de bradiquinina y sustancia P sea tan baja, que la sensibilidad inducida post-blanqueamiento es leve o inexistente.

Dado lo anterior, la hipótesis nula de este ensayo clínico aleatorizado fue aceptada, al no encontrarse diferencias significativas al comparar la efectividad y seguridad biológica de blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado entre el protocolo simplificado y protocolo convencional. Esto avalaría el desarrollo de protocolos simplificados de blanqueamiento, facilitando así el trabajo clínico al reducir la posibilidad de injurias a tejidos blandos durante la manipulación del gel blanqueador, reducir los costos asociados al uso de material y tiempo sillón.

## **8. Conclusión**

El peróxido de hidrógeno al 6% activado por la luz híbrida Láser/LED con dos tipos diferentes de protocolos de aplicaciones, 2 sesiones de 36 minutos continuos o 2 sesiones de 3 aplicaciones de 12 minutos son igual de eficaces y no mostraron diferencias en el riesgo absoluto o la intensidad de la sensibilidad inducida por el blanqueamiento.

## Referencias bibliográficas

Al-Harbi A, Bortolotto T, & Krejci I (2013). Effect of extended application time on the efficacy of an in-office hydrogen peroxide bleaching agent: an in vitro study. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 8(2).

Al-Qunaian TA, Matis BA, & Cochran MA (2003). In vivo kinetics of bleaching gel with three-percent hydrogen peroxide within the first hour. *Operative Dentistry-University of Washington*.

Alqahtani MQ (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi dental journal*, 26(2), 33-46.

Asahi R, Morikawa T, Ohwaki T, Aoki K, & Taga Y (2001). Visible-light photocatalysis in nitrogen-doped titanium oxides. *Science*, 293(5528), 269-271.

Baltzer A, & Kaufmann-Jinoian V (2004). La determinación del color del diente. *Quintessenz Zahntech*, 30(7), 726-40.

Benetti AR, Valera M, Mancini M, Miranda C, Balducci I (2004). In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *International Endodontic Journal* 37:120-124.

Bengel WM (2003). Digital photography and the assessment of therapeutic results after bleaching procedures. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(s1), S21-S32.

Bersezio C, Oliveira Jr OB, Vildósola P, Martín J, Fernández E, Angel P y cols (2014). Instrumentación para el registro del color en odontología. *Revista Dental de Chile*, 105(1), 8-12.

Bertone MN (2008). Blanqueamiento dentario: aplicaciones clínicas. *Revista Facultad de Odontología (B. Aires)*, 23(54/55), 27-30.

Bizhang M, Chun YP, Damerau K, Singh P, Raab WH, & Zimmer S (2009). Comparative clinical study of the effectiveness of three different bleaching methods. *Operative dentistry*, 34(6), 635-641.

Bortolatto J, Pretel H, Floros M, Luizzi A, Dantas A, Fernandez E, et al. (2014). Low Concentration H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> in Office Bleaching A Randomized Clinical Trial. *Journal of dental research*, 0022034514537466.

Bortolatto JF, Pretel H, Neto CS, Andrade MF, Moncada G, & Junior OBO (2013). Effects of LED–laser hybrid light on bleaching effectiveness and tooth sensitivity: a randomized clinical study. *Laser Physics Letters*, 10(8), 085601.

Brenneisen P, Sies H, & Scharffetter-Kochanek KARIN (2002). Ultraviolet-B Irradiation and Matrix Metalloproteinases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 973(1), 31-43.

Brewer JD, Wee A, & Seghi R (2004). Advances in color matching. *Dental Clinics of North America*, 48(2), 341-358.

Caneppele TMF, Torres CRG, Huhtala MFRL, & Bresciani E (2015). Influence of Whitening Gel Application Protocol on Dental Color Change. *The Scientific World Journal*, 2015.

Carey CM (2014). Tooth whitening: what we now know. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 14, 70-76.

Caviedes-Bucheli J, Ariza-García G, Restrepo-Méndez S, Ríos-Osorio N, Lombana N, & Muñoz HR (2008). The effect of tooth bleaching on substance P expression in human dental pulp. *Journal of Endodontics*, 34(12), 1462-1465.

Chang JY, Chen WC, Huang TK, Wang JC, Fu PS, Chen JH, et al. (2012). Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 28(9), 490-494

Chen JH, Xu JW, & Shing CX (1993). Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *The Journal of prosthetic dentistry*, 69(1), 46-48.

Chu SJ, Trushkowsky RD, & Paravina, RD (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of dentistry*, 38, e2-e16.

Coons DM (1978). Bleach: facts, fantasy, and fundamentals. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55(1), 104-108.

Costa CA, Riehl H, Kina JF, Sacono NT, Hebling J (2010). Human pulp responses to in-office tooth bleaching. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109:e59-e64.

Dahl J, & Pallesen U (2003). Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(4), 292-304.

de Paula EA, Nava JA, Rosso C, Benazzi CM, Fernandes KT, Kossatz, et al. (2015). In-office bleaching with a two-and seven-day intervals between clinical sessions: A randomized clinical trial on tooth sensitivity. *Journal of dentistry*, 43(4), 424-429

Faul F, Erdfelder E, Lang AG, & Buchner A (2007). G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*, 39(2), 175-191.

Fornaini C, Lagori G, Merigo E, Meleti M, Manfredi M, Guidotti R, et al. (2013). Analysis of shade, temperature and hydrogen peroxide concentration during dental bleaching: in vitro study with the KTP and diode lasers. *Lasers in medical science*, 28(1), 1-6.

Gerlach, RW, Barker, ML, Karpinia K, & Magnusson I (2009). Single site meta-analysis of 6% hydrogen peroxide whitening strip effectiveness and safety over 2 weeks. *Journal of dentistry*, 37(5), 360-365.

He LB, Shao MY, Tan K, Xu X, & Li JY (2012). The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-office vital bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, 40(8), 644-653.

Joiner A (2006). The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of dentistry*, 34(7), 412-419.

Joiner A (2007). Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *Journal of dentistry*, 35(12), 889-896.

Joiner A, & Thakker G (2004). In vitro evaluation of a novel 6% hydrogen peroxide tooth whitening product. *Journal of dentistry*, 32, 19-25.

Kara HB, Yavuz TK, Tuncdemir AR, Ozyilmaz OY. (2013). Effects of different concentrations of hydrogen peroxide on the color stability of various esthetic restorative materials in vitro. *European Journal of Prosthodontics*, 1 (1). 11-16.

Karpinia KA, Magnusson I, Sagel PA, Zhou X, & Gerlach RW (2002). Vital bleaching with two at-home professional systems. *American journal of dentistry*, 15, 13A-18A

Kershaw S, Newton JT, & Williams DM (2008). The influence of tooth colour on the perceptions of personal characteristics among female dental patients: comparisons of unmodified, decayed and whitened teeth. *British dental journal*, 204(5), E9-E9

Kihn PW (2007). Vital tooth whitening. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 319-331

Kishi A, Otsuki M, Sadr A, Ikeda M, & Tagami J (2011). Effect of light units on tooth bleaching with visible-light activating titanium dioxide photocatalyst. *Dental materials journal*, 30(5), 723-729.

Kröger E, Matz S, Dekiff M, Tran BL, Figgenger L, & Dirksen D (2015). In vitro comparison of instrumental and visual tooth shade determination under different illuminants. *The Journal of prosthetic dentistry*.

Kuehni RG, & Marcus RT (1979). An Experiment in Visual Scaling of Small Color Differences\*. *Color Research & Application*, 4(2), 83-91.

Kwon SR, Wertz PW, Dawson DV, Cobb DS, & Denehy G (2013). The relationship of hydrogen peroxide exposure protocol to bleaching efficacy. *Operative dentistry*, 38(2), 177-185.

Labrie D, Moe J, Price RB, Young ME, & Felix CM (2011). Evaluation of ocular hazards from 4 types of curing lights. *Journal Canadian Dental Association*, 77(116).

Lesaffre E, Garcia Zattera MJ, Redmond C, Huber H, & Needleman I. (2007). Reported methodological quality of split-mouth studies. *Journal of clinical periodontology*, 34(9), 756-761.

Lesaffre E, Philstrom B, Needleman I, & Worthington H (2009). The design and analysis of split-mouth studies: What statisticians and clinicians should know. *Statistics in medicine*, 28(28), 3470-3482.

Luo W, Westland S, Ellwood R, Pretty I, & Cheung V (2009). Development of a whiteness index for dentistry. *Journal of dentistry*, 37, e21-e26.

Maetani T, Yoshino F, Yoshida A, Sugiyama S, Nishimura T, Tani-Ishii N y cols. (2008). An investigation of application of novel tooth bleaching using low concentration of hydrogen peroxide: dental application of electron spin resonance (ESR) technique for detecting reactive oxygen specie. *Oral Therapeutics and Pharmacology*, 27, 109-115.

Marson FC, Sensi LG, Strassler H, Miraziz L, & Riehl H (2008). In office bleaching gel application time evaluation (3x15min X 1x45min): pilot studies. *International Association of Dental Research*, Toronto.

Martín J, Ovies N, Cisternas P, Fernández E, Junior OO, de Andrade M et al. (2015). Can an LED-laser hybrid light help to decrease hydrogen peroxide concentration while maintaining effectiveness in teeth bleaching? *Laser Physics*, 25(2), 025608.

Martín J, Vildósola P, Bersezio C, Herrera A, Bortolatto J, Saad J et al. (2015). Effectiveness of 6% hydrogen peroxide concentration for tooth bleaching—A double-blind, randomized clinical trial. *Journal of dentistry*, 43(8), 965-972.

Matis BA, Yousef M, Cochran MA, & Eckert GJ (2002). Degradation of bleaching gels in vivo as a function of tray design and carbamide peroxide concentration. *Operative dentistry*, 27(1), 12-18.

Matis BA, Cochran MA, Wang G, & Eckert GJ (2009). A clinical evaluation of two in-office bleaching regimens with and without tray bleaching. *Operative dentistry*, 34(2), 142-149.

Meireles SS, Demarco FF, Santos IS, Dumith SC, & Bona AD (2008). Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth-color classification. *Operative dentistry*, 33(2), 121-126.

Moscardó AP, & Alemany IC (2006). Aesthetic dentistry: Chromatic appreciation in the clinic and the laboratory. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11, E363-368.

Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, & Childress S (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *The journal of prosthetic dentistry*, 80(6), 642-648.

Olms C, & Setz JM (2013). The repeatability of digital shade measurement—a clinical study. *Clinical oral investigations*, 17(4), 1161-1166.

Ontiveros JC, & Paravina RD (2009). Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *Journal of dentistry*, 37(11), 840-847.

Oteo Calatayud J, Mateos de la Varga P, Oteo Calatayud C, & Calvo Box MJ (2010). Comparative clinical study of two tooth bleaching protocols with 6% hydrogen peroxide. *International journal of dentistry*, 2009.

Özcan M, Abdin S, & Sipahi C (2014). Bleaching induced tooth sensitivity: do the existing enamel craze lines increase sensitivity? A clinical study. *Odontology*, 102(2), 197-202.

Paravina RD, Majkic G, Imai FH, & Powers JM. (2007). Optimization of tooth color and shade guide design. *Journal of Prosthodontics*, 16(4), 269-276.

Paul S, Peter A, Pietrobon N, & Hämmerle, CHF (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, 81(8), 578-582.

Plotino G, Buono L, Grande N, Pameijer C, Somma F. (2008). Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *Journal of Endodontics*, 34 (4).

Pohjola RM, Browning WD, Hackman ST, Myers ML, & Downey MC (2002). Sensitivity and tooth whitening agents. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 14(2), 85-91.

Reis A, Tay LY, Herrera DR, Kossatz S, & Loguercio AD (2011). Clinical effects of prolonged application time of an in-office bleaching gel. *Operative Dentistry*, 36(6), 590-596.

Sakai K, Kato J, Nakazawa T, Hirai Y (2007). The amounts of hydroxyl radical generated by titanium dioxide and 3,5% hydrogen peroxide under 405-nm diode laser irradiation. *Laser Physics* 17:1062-1066.

Sathe S, Bawa R, & Hegde V (2012). Element analysis of enamel surface before and after bleaching using three modes of activation. *Journal of Dental Lasers*, 6(2), 57.

Soares DG, Ribeiro APD, Sacono NT, Loguercio AD, Hebling J, & Costa CADS (2013). Mineral loss and morphological changes in dental enamel induced by a 16% carbamide peroxide bleaching gel. *Brazilian dental journal*, 24(5), 517-521.

Soares DG, Basso FG, Hebling J, & de Souza Costa CA (2014). Concentrations of and application protocols for hydrogen peroxide bleaching gels: effects on pulp cell viability and whitening efficacy. *Journal of dentistry*, 42(2), 185-198.

Suemori T, Kato J, Nakazawa T, Akashi G, Igarashi A, Hirai Y et al. (2008). Effects of light irradiation on bleaching by a 3.5% hydrogen peroxide solution containing titanium dioxide. En: Kishi, A., Otsuki, M., Sadr, A., Ikeda, M., & Tagami, J. (2011). Effect of light units on tooth bleaching with visible-light activating titanium dioxide photocatalyst. *Dental materials journal*, 30(5), 723-729.

Suliaman M, Addy M, MacDonald E, & Rees J (2004). The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. *Journal of dentistry*, 32(4), 295-299.

Suliaman M, Addy M, & Rees J (2005). Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: an in vitro study. *British dental journal*, 199(1), 37-40.

Suliaman MAM. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology 2000*, 48(1), 148-169.

Tano E, Otsuki M, Kato J, Sadr A, Ikeda M, & Tagami J (2012). Effects of 405 nm Diode Laser on Titanium Oxide Bleaching Activation. *Photomedicine and laser surgery*, 30(11), 648-654.

Van der Geld P, Oosterveld P, Van Heck G, & Kuijpers-Jagtman AM (2007). Smile attractiveness: self-perception and influence on personality. *The Angle orthodontist*, 77(5), 759-765.

Varley J, Janotti A, & Van de Walle C (2011). Mechanism of Visible-Light Photocatalysis in Nitrogen-Doped TiO<sub>2</sub>. *Advanced Materials*, 23(20), 2343-2347.

Watts A, & Addy M (2001). Tooth discolouration and staining: Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British dental journal*, 190(6), 309-316.

Westland S (2003). Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(s1), S5-S12.

Westland S (2004). Color. En: Bersezio, C., Oliveira Jr, O. B., Docencia, L., Angel, P., Estay, J., & Corral, C. (2014). Instrumentación para el registro del color en odontología. *Revista Dental de Chile*, 105(1), 8-12.

American Dental Association (2009). Tooth whitening/bleaching: treatment considerations for dentists and their patients. Sept. ADA Council on Scientific Affairs.

**Anexos**

Anexo 1: Consentimiento informado

Anexo 2: Ficha clínica



## Consentimiento informado para participar de estudio

### **Consentimiento Informado Para Participación en Proyecto de Investigación Dirigido a pacientes que participen en la evaluación de la efectividad de un agente blanqueante**

- Título del Protocolo:** “Eficacia y seguridad del clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz”
- Investigador Principal:** Javier Martín Casielles
- Sede de Estudio:** Facultad de Odontología, Universidad de Chile – Sergio Livingstone 943 – Independencia, Santiago.

**Nombre del Participante:**

.....

Este documento de Consentimiento Informado se aplicará a pacientes que participen en la evaluación de la efectividad de un agente blanqueante, y consta de dos partes:

- Información (proporciona información sobre el estudio para usted).
- Formulario de Consentimiento (para firmar si está de acuerdo en participar). Ud. recibirá una copia completa del Documento de Consentimiento Informado.

Mi nombre es Javier Martín Casielles y soy académico de la Facultad de Odontología de la U. de Chile. Estoy realizando una investigación de la cual le proporcionaré información y a la que lo invitaré a participar. No tiene que decidir hoy si lo hará o no. Antes de tomar su decisión puede hablar acerca de la investigación con cualquier persona de su confianza. Este proceso se conoce como Consentimiento Informado y puede que contenga términos que usted no comprenda, por lo que siéntase con la absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude aclarar sus dudas al respecto.

Una vez aclarada todas sus consultas y después que haya comprendido los objetivos de la Investigación y si desea participar, se le solicitará que firme este formulario.



Los aspectos de este formulario tratan los siguientes temas: Justificación de la Investigación, Objetivo, Beneficios, Tipo de Intervención y procedimiento, Riesgos, Confidencialidad y Difusión de datos, Criterios para selección de los participantes en el estudio y Aclaraciones.

### **Justificación de la Investigación**

Un número importante de los pacientes que se atienden en el dentista, dice no estar conforme con el color de sus dientes. Este problema puede ser mejorado por distintos tratamientos, como el blanqueamiento dentario, el cual tiene buenos resultados, pero puede causar algunos efectos no deseados sobre el diente, como dolor con el frío o calor. Actualmente se han desarrollado nuevos sistemas blanqueantes, con menores concentraciones de los compuestos, los que lograrían el mismo resultado, pero con menos efectos no deseados.

### **Objetivo de la Investigación**

En esta investigación vamos a comparar 2 productos comerciales blanqueantes dentarios, para saber si tienen resultados similares y producen menos dolor.

### **Beneficios**

Usted no recibirá ningún beneficio directo pero su participación beneficiará a otras personas pues contribuirá a la búsqueda de productos de alta eficiencia y que no provoquen molestias a los pacientes.

### **Tipo de Intervención y Procedimiento**

Si usted decide participar se le realizará blanqueamiento dental en una sesión de aproximadamente 45 minutos, tiempo en el que realizaremos blanqueamiento de una parte de sus dientes (hemiarcada) con el producto tradicional y en la otra con el nuevo agente en evaluación. El tratamiento será realizado por un alumno regular de la Carrera de Odontología supervisado durante todo el procedimiento por un Docente del Área. El tratamiento completo se llevará a cabo en un periodo de 2 meses, en que será citado a 5 sesiones para realizar la evaluación, blanqueamiento y los procedimientos de registro de resultados y control. Los registros de color serán realizados por medio de una máquina (espectrofotómetro digital). Para los registros de sensibilidad se aplicará aire sobre la superficie del diente y Ud. cuantificará su sensación dolorosa haciendo una marca sobre una línea de 100mm limitada por los descriptores “sin dolor” en el extremo izquierdo y “dolor muy severo” en el derecho y por medio de una escala de 5 puntos siendo: 0=sin sensibilidad, 1=Leve, 2=moderada,

3=considerable y 4= severa. Adicionalmente se le entregará un diario de sensibilidad, en que deberá registrar presencia o ausencia de dolor los días entre las sesiones y su magnitud en las mismas escalas.



### **Riesgos**

El blanqueamiento puede producir dolor de los dientes, pero no existen otros problemas conocidos ocasionados por ninguno de los agentes blanqueadores. Este dolor es temporal y reversible y solicitamos a Usted hacernos saber si es que ocurre. En caso de ser necesario, aplicaremos gel desensibilizante en base a nitrato de potasio y fluoruro de sodio para disminuirlo. Frente a cualquier otro problema derivado del tratamiento, nos haremos responsables y realizaremos en forma gratuita cualquier tratamiento que sea necesario para solucionarlo.

Otro posible problema está relacionado con el uso de distintos agentes en ambas hemiarquadas. En el caso que ellos alcancen diferentes resultados quedando una hemiarquada más clara que la otra, se reaplicará el agente en la hemiarquada con peor desempeño hasta alcanzar resultados similares en todos los dientes

### **Criterios para selección de los participantes en el estudio**

Los criterios de inclusión serán: pacientes de entre 18 y 28 años de ambos sexos, que presenten todos sus dientes anteriores superiores e inferiores sin restauraciones o con restauraciones pequeñas, sin experiencia previa de blanqueamiento dentario y con tono dentario A2 (Vita Classical) o mayor, determinado instrumentalmente por espectrometría de reflectancia (Vita Easy Shade®).

Los criterios de exclusión serán: pacientes embarazadas o en periodo de lactancia, pacientes con hipoplasias del esmalte grado GF3 o más, pacientes con dientes manchados por tetraciclina o fluorosis, en tratamiento de ortodoncia con aparatos fijos, pacientes con cáncer o con patologías periodontales. También serán excluidos y derivados para tratamiento aquellos voluntarios que al ser examinados clínica y radiográficamente presenten caries, lesiones periapicales, reabsorciones dentarias externas o internas y/o enfermedad periodontal.

### **Confidencialidad y difusión de datos.**

La información obtenida de la Investigación, respecto de la identificación de participantes, será mantenida con estricta confidencialidad por el investigador. El nombre y datos personales de Usted serán codificados para el uso en este estudio y no serán identificados públicamente. Los resultados emanados de este estudio podrán ser publicados en revistas científicas.

### **Aclaraciones**

- La participación es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la intervención.
- Si usted decide puede retirarse cuando lo desee.
- No tendrá que efectuar gasto alguno como consecuencia del estudio.
- No recibirá pago por su participación.



- Usted podrá solicitar información actualizada sobre el estudio, al investigador responsable.
- La información obtenida de la Investigación, respecto de la identificación de pacientes, será mantenida con estricta confidencialidad por los investigadores.
- Si considera que no existen dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa al documento.

### Carta de Consentimiento Informado

A través de la presente, declaro y manifiesto, libre y espontáneamente y en consecuencia acepto que:

1. He leído y comprendido la información anteriormente entregada y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria.
2. Tengo conocimiento del procedimiento a realizar.
3. Conozco los beneficios de participar en la Investigación.
4. El procedimiento no tiene riesgo alguno para mi salud.
5. Además de esta información que he recibido, seré informado(a) en cada momento y al requerimiento de la evolución de mi proceso, de manera verbal y/o escrita si fuera necesaria y al criterio del investigador.
6. Autorizo a usar mi caso para investigación y para ser usado como material audiovisual en clases, protegiendo mi identidad.
7. En caso de cualquier duda puede acudir a Javier Martín Casielles, Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile. Sergio Livingstone Pohlhammer 943, Independencia, Santiago. Teléfono 978-1743. Email [javmartin@gmail.com](mailto:javmartin@gmail.com) o dirigirse a la Dra. María Angélica Torres, Presidente del Comité Ético Científico, Facultad de Odontología, Universidad de Chile al correo electrónico [cec.fouch@odontologia.uchile.cl](mailto:cec.fouch@odontologia.uchile.cl).

Doy mi consentimiento al investigador y al resto de colaboradores, a realizar el procedimiento pertinente, PUESTO QUE SE QUE ES POR MI PROPIO INTERÉS.

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

#### Sección a llenar por el Investigador Principal

He explicado al Sr(a) \_\_\_\_\_ la naturaleza de la investigación, le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas y he preguntado si tiene alguna duda.

Acepto que conozco la normativa vigente para la realizar la investigación con seres humanos y me apego a ella.

\_\_\_\_\_  
Nombre del Investigador Principal:

\_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_



---

Fecha:

Nombre del Director del establecimiento donde realiza la investigación o de su representante

Firma:

Fecha:



**ANEXO 2 – Ficha Clínica****Antecedentes**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( ) Fuma: SI ( ) NO ( )

Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

**HISTORIA ODONTOLÓGICA**

¿Ha tenido sensibilidad dentaria? SI ( ) NO ( )

¿Sus encías sangran con facilidad? SI ( ) NO ( )

¿Tiene tratamiento endodóntico en algún diente? SI ( ) NO ( )

¿Tiene restauraciones en los dientes anteriores? SI ( ) NO ( )

¿Tiene prótesis dental? SI ( ) NO ( )

¿Ha hecho algún blanqueamiento anteriormente? SI ( ) NO ( )

**FUMADORES**

¿Hace cuánto tiempo fuma? \_\_\_\_\_

¿Cuántos cigarros fuma en promedio por día? \_\_\_\_\_

**HISTORIA MÉDICA**

¿Usa algún medicamento? SI ( ) NO ( ) ¿Cuál? \_\_\_\_\_

¿Está en tratamiento médico en este momento? SI ( ) NO ( )

**MUJERES**

¿Está Embarazada en estos momentos? SI ( ) NO ( )

¿Está amamantando? SI ( ) NO ( )

**EXAMEN CLÍNICO**Color de los dientes anteriores  
\_\_\_\_\_Percusión horizontal: NORMAL ( )  
\_\_\_\_\_Percusión vertical: NORMAL ( )  
\_\_\_\_\_Chorro de Aire: NORMAL ( )  
\_\_\_\_\_Sondaje: NORMAL ( )  
\_\_\_\_\_Presencia de lesiones de caries: SI ( ) NO ( ) ¿Qué dientes?  
\_\_\_\_\_



Nombre: .....

**Anexo Figura N° 1**

Fecha	0 = Ninguno	1 = Leve	2 = Moderada	3 = Considerable	4 = Severa	Diente/ Dientes
						
						
						
						
						
						
						
						
						
						
						
						
						
						

Nombre: .....

**Anexo figura N° 2**

