



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA**

“Evaluación visual con muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master del blanqueamiento dental realizado con peróxido de hidrógeno al 6%”.

Diego Rivera Jiménez

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Javier Martín Casielles

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Eduardo Fernández

Prof. Dr. Patricio Vildósola

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 15/001
Santiago - Chile
2015**



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA**

“Evaluación visual con muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master del blanqueamiento dental realizado con peróxido de hidrógeno al 6%”.

Diego Rivera Jiménez

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Javier Martín Casielles

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Eduardo Fernández

Prof. Dr. Patricio Vildósola

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 15/001
Santiago - Chile
2015**

Agradecimientos

A mi familia

Por apoyarme en todo momento

A Javierita

Mi pequeño ángel que me protege desde el cielo

A Fernanda

Por estar siempre a mi lado

A mis profesores y tutores

Por su disposición y dedicación

Índice

Resumen	1
Introducción	3
Marco Teórico	5
Hipótesis y Objetivos	17
Metodología	19
Resultados	24
Discusión	29
Conclusiones	33
Referencias Bibliográficas	34
Anexos	42

RESUMEN

Introducción: Al realizar un blanqueamiento dental utilizando altas concentraciones de peróxido de hidrógeno convencionales, se pueden llegar a producir algunas reacciones adversas bien documentadas. Nuevos productos con la adición de dióxido de titanio nitrogenado permiten la disminución de la concentración de peróxido de hidrógeno, manteniendo la eficacia del blanqueamiento y disminuyendo la ocurrencia de estas reacciones adversas. No existe evidencia de la efectividad de una formulación con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz LED/Laser.

Objetivo: Determinar la efectividad del blanqueamiento dental de un agente de peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz LED/laser en comparación con un agente de peróxido de hidrógeno al 35%, utilizando el muestrario de color VITA Bleachedguide 3D-Master.

Materiales y Método: Se realizó un ensayo clínico randomizado doble ciego, con un diseño de boca dividida. En pacientes voluntarios (N=30) se realizó un blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz LED/Laser en una hemiarcada superior, y en la otra con peróxido de hidrógeno al 35%. El tratamiento se llevó a cabo en 3 sesiones espaciadas por una semana. Se evaluaron y registraron las guías de color al inicio del tratamiento, en cada sesión de blanqueamiento, a la semana y al mes después de la última aplicación. Se calculó la media y la desviación estándar de la variación de unidades de guía de color (Δ SGU) en los distintos tiempos para cada grupo. Se comparó el Δ SGU en los distintos tiempos entre ambos compuestos mediante la prueba de Mann-Whitney.

Resultados: La media del Δ SGU después de la tercera sesión para el peróxido al 6% (Δ SGU = 3,2) fue levemente menor a la del peróxido al 35% (Δ SGU = 3,7). En la medición realizada al mes, la media de los Δ SGU fue de 2,7 y 3,3 para ambos agentes respectivamente. En ninguna de las dos evaluaciones hubo diferencias estadísticamente significativas ($p=0,114$ y $p=0,131$ respectivamente).

Conclusión: No hay diferencia en la efectividad del blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado en comparación con peróxido de hidrógeno al 35%, evaluado con muestrario de color VITA Bleachedguide 3D-Master.

Introducción

A lo largo de las últimas décadas, y debido al creciente deseo de los pacientes por buscar tratamientos para mejorar la apariencia de sus dientes, una de las áreas de mayor desarrollo dentro de la odontología es aquella relacionada con la estética dental. Dentro de ésta área, y junto con las mejoras en los distintos materiales restauradores, uno de los tratamientos que ha alcanzado mayor auge es el blanqueamiento dental (Francci y cols, 2010).

El blanqueamiento dental es un método conservador y altamente eficaz para tratar los dientes descoloridos, siendo utilizado desde hace más de 100 años como una de las mejores opciones de tratamiento para mejorar la estética dental. (Haywood y cols, 1992). Además, es el procedimiento más requerido por los pacientes ya que es percibido como una terapia efectiva y biológicamente segura para los dientes decolorados (Bortolatto y cols, 2014), siendo considerado el tratamiento estético más conservador para mejorar el aspecto de la sonrisa. Sin embargo, es importante mencionar que no siempre se puede garantizar el resultado esperado (Francci y cols, 2010).

El peróxido de hidrógeno es un compuesto ampliamente utilizado en los tratamientos de blanqueamiento dental. Éste actúa como un fuerte agente oxidante y penetra en el esmalte y dentina por difusión, posteriormente las moléculas de pigmentos orgánicos presentes en el diente son descompuestas en moléculas más simples mediante una reacción oxido-reducción (redox). Estas moléculas simples reflejan la luz de diferente manera, haciendo que los dientes se vean mas blancos o pueden salir fácilmente de la estructura dental por difusión. Aunque la mayoría de estas moléculas pigmentadas son orgánicas, también pueden verse afectadas otras moléculas inorgánicas. (Sulieman y cols 2008 Francci y cols 2010; Joiner 2006)

Tanto la concentración de peróxido de hidrógeno presente en el agente blanqueador como la duración de la aplicación de éste, son vitales para lograr el éxito del tratamiento (Joiner 2006), siendo necesario un menor tiempo de aplicación a medida que exista una mayor concentración de peróxido de hidrógeno (Sulieman y cols, 2004).

Recientemente se han introducido al mercado agentes blanqueadores con bajas concentraciones de peróxido de hidrógeno para ser aplicados por el profesional en la consulta odontológica. Esta disminución de la concentración tiene por objetivo incrementar la seguridad y la eficacia de las fórmulas convencionales, disminuyendo la posible aparición de efectos secundarios como la sensibilidad dentaria (Bortolatto y cols, 2014).

Estos productos de menor concentración contienen en su formulación un agente semiconductor (dióxido de titanio) que actúa como catalizador, potenciando la acción blanqueadora al ser activado por fuentes luminosas. Sin embargo, los agentes blanqueadores que contienen dióxido de titanio muestran su mayor absorbancia en el espectro de luz ultravioleta (Suemori y cols, 2008), por lo que se hace necesario desarrollar una nueva formulación en la cual la actividad catalítica ocurra cuando el agente sea expuesto a longitudes de onda del espectro visible, evitando el uso de luz ultravioleta (Bortolatto y cols. 2014).

Un blanqueamiento dental efectivo requiere de un cambio perceptible del color. En general, el color dental está representado en el tercio medio del diente. Debido al variado rango de colores que se encuentran desde el tercio incisal hasta la zona gingival el observador debe entrenarse para enfocarse en esa área. Para evaluar el blanqueamiento, la ADA recomienda ordenar los muestrarios según valor, por sobre un ordenamiento en base a la saturación del color, ya que el ojo humano es más sensible a los cambios de luminosidad que a las diferencias en la tonalidad (Moscardó, 2006).

Actualmente no existen estudios realizados que contrasten la efectividad de agentes blanqueadores de peróxido de hidrógeno al 6% con N-TiO₂ activado por luz LED/Laser versus agentes blanqueadores de peróxido de hidrógeno convencional al 35%. El objetivo de este estudio es evaluar la efectividad del blanqueamiento dental de un agente de peróxido de hidrógeno al 6% con N-TiO₂ comparado con otro agente de peróxido de hidrógeno convencional al 35%, ambos activados por luz LED/laser, medido con muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master.

Marco Teórico

A lo largo de los últimos años, la odontología cosmética ha tomado gran fuerza dentro de las distintas ramas de la práctica odontológica. La estética dental juega un rol clave dentro de las interacciones sociales, siendo situada por los pacientes como uno de los puntos más importantes que determinan el atractivo de un rostro (Jornung J & Fardal Ø 2007, Van der Geld y cols, 2007). En general, los dientes blancos han sido relacionados con altos índices de habilidades sociales e intelectuales, y relaciones interpersonales. Por ende, el color es uno de los factores más importantes que determinan la satisfacción con la apariencia dental (Tin-Oo y cols, 2011).

Color Dental

La percepción del color es una sensación psicofísica que se genera en el cerebro y es el resultado del proceso en el que los foto receptores de la retina responden a la luz reflejada de un objeto. (Westland y cols, 2004)

Para describir las características del color se utilizan tres parámetros ampliamente aceptados (Moscardó, 2006):

- Hue, tono o matiz: Directamente relacionada con la longitud de onda reflejada, corresponde al color verdadero. (ej. azul, amarillo, rojo)
- Valor o luminosidad: Cantidad total de luz que es reflejada por un objeto, es la imagen en blanco y negro del objeto correspondiendo a tonalidades de gris comprendidas entre un valor máximo, el blanco, y un valor mínimo, el negro.
- Croma, saturación o intensidad: Cantidad de tinte que contiene el color, o viveza cromática con que se observa, esta dimensión hace referencia a las diversas diluciones del color base.

El color intrínseco de un diente está asociado con las propiedades de dispersión y absorción de la luz, siendo las propiedades de la dentina las que determinan de forma fundamental el color general del diente, pero influenciado por el color,

traslucidez, grado de calcificación y espesor del esmalte (Meireles y cols 2008; Sulieman y cols, 2008).

El color del diente percibido por el observador se genera por la interacción de la luz con la estructura dentaria y sus alrededores, (Moscardó y Alemany 2006) y se produce por una combinación de su propio color y la presencia o ausencia de tinciones (Joiner, 2006; Luo y cols, 2009).

Los elementos que producen tinciones en los dientes son compuestos orgánicos que poseen extensas cadenas de enlaces dobles conjugados, llamados cromóforos (Joiner 2006). Dichas tinciones presentes en los dientes varían en etiología, apariencia, localización, severidad y adherencia a la superficie dentaria. De este modo, estas tinciones pueden clasificarse como intrínsecas, extrínsecas, una combinación entre ambas y tinciones internalizadas (Dahl 2003, Sulieman 2008).

- Tinciones intrínsecas

Son causadas por la incorporación de cromóforos en la estructura del esmalte, dentina o ambos. Su origen puede ser pre o post eruptivo (Dahl 2003, Minoux y Serfaty 2008).

Según las causas que las provocan se describen: desordenes metabólicos, causas hereditarias, causas adquiridas, causas traumáticas y envejecimiento. (Watts y Addy , 2001; Sulieman y cols, 2008)

- Tinciones extrínsecas

Se producen por depósito a nivel superficial de los cromóforos u otros elementos externos sobre la superficie del esmalte o dentro de la película adquirida. (Minoux y Serfaty, 2008). Dan origen a estas tinciones extrínsecas sustancias como el café, té, vino, etc.

Una limpieza y pulido de las superficies dentarias pueden remover de forma efectiva gran parte de las tinciones extrínsecas (Dahl 2003)

- Tinciones internalizadas

Incluye aquellos casos donde la tinción extrínseca penetra el diente a través de defectos estructurales (Sulieman y cols, 2008) y son causadas principalmente por cromóforos de la dieta o productos del tabaco. (Watts y Addy 2001)

Los defectos dentales pueden ser adquiridos como fisuras, grietas, lesiones de caries, recesiones gingivales, erosiones, abrasiones o atriciones; y defectos del desarrollo como hipoplasias o hipocalcificaciones (Watts y Addy, 2001; Sulieman y cols, 2008)

Registro de Color

Para la valoración y cuantificación del color existen dos tipos de sistemas, por una parte existen los métodos objetivos o físicos, los cuales representan los colores del espectro visible en forma numérica, y por otro lado los modelos visuales o subjetivos. (Amengual-Lorenzo y cols, 2005)

Registro Instrumental

Existen una serie de instrumentos electrónicos para evaluar el color dentario. Para ello, los sistemas digitales, colorímetros, espectrofotómetros y análisis de imágenes con apoyo de software, son utilizados para medir el color. (Meireles y cols, 2008)

Con estos sistemas el color es expresado en el espacio CIEL*a*b*, que provee su especificación en 3 dimensiones. Estos sistemas digitales son instrumentos precisos que producen resultados altamente fidedignos, además permiten estandarizar la toma de color mediante el posicionamiento y calibración del instrumento (Ingle, 2002; Amengual-Lorenzo y cols, 2005). Sin embargo, su elevado costo económico, y en ocasiones la complicación técnica restringe su uso manteniéndose casi exclusivamente en el ámbito de la investigación. (Moscardó y Alemany, 2006)

Registro Visual

La determinación del color por evaluación visual es el método utilizado con mayor frecuencia. Es un método subjetivo, en donde un diente es comparado con una guía de color de un muestrario estándar, observándose de forma simultánea bajo las mismas condiciones lumínicas (Joiner 2004). A pesar de presentar ciertas desventajas como la propia dificultad en la comparación del color dentario con las guías de color o en algunos casos la falta de coherencia en la valoración del color para un mismo dentista y también entre distintos profesionales (Okubo y cols. 1998, Joiner 2004), el uso de muestrarios de color es rápido y otorga resultados clínicos muy relevantes y es una de las formas de evaluación visual más utilizada en odontología (Luk y cols, 2004), además de ser un procedimiento rápido y simple que ha sido utilizado satisfactoriamente en una amplia gama de estudios (Marson y cols 2008). La habilidad de los individuos para discriminar el color dentario puede ser mejorada con entrenamiento y experiencia. De hecho, se reporta frecuentemente que los investigadores se someten a ejercicios de entrenamiento y calibración con los muestrarios de color cuando se van a llevar a cabo estudios de blanqueamiento (Joiner 2004).

Aun así, presenta numerosos factores que influyen el proceso, estos intervienen todos a la vez, de tal manera que deben ser tomados en cuenta todos ellos simultáneamente para lograr una buena apreciación cromática. (Luk y cols, 2004. Moscardó y Alemany, 2006)

Dentro de los factores fundamentales que influyen la toma de color clínico se encuentra la fatiga cromática del ojo, por lo que dos objetos deberán ser observados por no más de 5 segundos, simultáneamente y muy próximos entre sí para apreciar de forma correcta las diferencias o similitudes de color.(Moscardó y Alemany, 2006; Gonçalves Assunção y cols, 2009)

En relación a la iluminación, la naturaleza de la luz que ilumina la clínica es esencial. La fuente de luz ideal para una correcta toma de color será la que más se

asemeje a la luz solar diurna, siendo una iluminación fluorescente de 5000°K la más adecuada en caso de ser necesaria la utilización de luz artificial. Además, las paredes de la consulta deben ser de colores neutros, ya que aquellos muy fuertes pueden influir en la percepción del color. (Gonçalves Assunção y cols 2009, Winter y cols 1993)

Los muestrarios o guías de color son utilizados como el color estándar con el cual es comparado el diente. Existe una gran variedad disponible de ellos, los que a su vez se organizan de distintas maneras. Sin embargo, la tendencia actual es ordenarlos en base a la luminosidad, dado que el ojo humano es más sensible a los cambios de luminosidad que a las diferencias en tonalidad, siendo muy eficiente para detectar pequeñas diferencias de color entre dos objetos. (Vimal S 2010, Joiner 2004, Moscardó y Alemany, 2006).

Uno de los muestrarios de color más utilizados en la actualidad es el Vita Bleachedguide 3D-Master. Este muestrario contiene 15 tabletas ordenadas por valor (tabla 1) y ha sido especialmente recomendado por sobre otras escalas de color para ser utilizado en el monitoreo del blanqueamiento dental (Paravina, 2008).

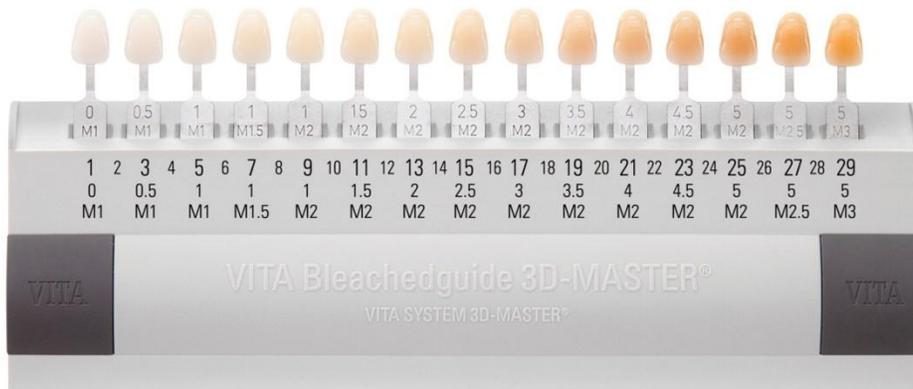


Tabla 1: Ordenación de los colores de la guía Vita Bleachedguide 3D-Master en función de su mayor o menor luminosidad

Blanqueamiento dental

El blanqueamiento dental es uno de los tratamientos más requeridos por los pacientes ya que es percibido como una terapia altamente efectiva, mínimamente invasiva y biológicamente segura para los dientes decolorados (Bortolatto, 2014). El blanqueamiento dental no es un tratamiento nuevo en odontología. Ya en 1864, Truman reportó el primer blanqueamiento en dientes desvitalizados. Desde entonces se comenzaron a utilizar una gran variedad de agentes como cloruros, hipoclorito de sodio, perborato de sodio y peróxido de hidrógeno. (Dahl y Pallesen, 2003)

Ames en 1937, describió una técnica para tratar el esmalte moteado. En ella utilizaba una mezcla de peróxido de hidrógeno y etil-éter sobre algodón, calentado con un instrumento metálico por 30 minutos y aplicado de 5 a 25 sesiones. Esta y otras técnicas utilizando peróxido de hidrógeno han sido aceptadas y utilizadas desde 1930 (Li y cols, 1996).

A fines de la década de 1960 un ortodoncista observó, al prescribir un antiséptico para el tratamiento de la gingivitis que contenía peróxido de carbamida al 10%, blanqueamiento de los dientes al emplear este producto mediante el uso de cubetas (Dahl y Pallesen, 2003). Posteriormente en 1989, Haywood y Heymann introdujeron la aplicación del blanqueamiento en casa con gel de peróxido de carbamida al 10%. (Haywood y Heymann, 1989)

Técnicas y agentes blanqueadores

Hoy en día existen diferentes técnicas de blanqueamiento, siendo las técnicas “en oficina” y “en casa” las dos más utilizadas. La técnica en oficina es llevada a cabo por el profesional en la consulta dental y utiliza agentes blanqueadores con altas concentraciones de peróxido de hidrógeno (30%-35%) o peróxido de carbamida (35%-37%). A su vez, la técnica en casa es realizada por el paciente mismo utilizando diferentes concentraciones de peróxido de carbamida (10%-22%) o peróxido de hidrógeno (3%-10%) (De Abreu et. Cols, 201)

Los principales agentes blanqueadores son el peróxido de hidrógeno, el perborato de sodio y el peróxido de carbamida, siendo estos dos últimos precursores del primero. (Bertone y Zaiden, 2008)

Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)

El peróxido de hidrógeno es un líquido incoloro, de sabor amargo y altamente soluble en agua (Tredwin y cols 2006). Es capaz de oxidar una amplia gama de compuestos orgánicos e inorgánicos, (Joiner, 2006) causando decoloración y por lo tanto blanqueamiento del sustrato. (Joiner, 2007)

Perborato de sodio ($Na_2\{B_2(O_2)_2(OH)_4\}$)

Agente oxidante, estable en seco pero en presencia de ácido o agua se descompone en metaborato de sodio, peróxido de hidrógeno y oxígeno monoatómico (Bertone y Zaiden, 2008). Hay tres tipos de preparaciones de perborato de sodio: monohidrato, trihidrato y tetrahidrato, los cuales difieren en su contenido de oxígeno, lo que determina la eficacia blanqueadora del compuesto. (Ingle, 2002)

Peróxido de carbamida ($CH_6N_2O_3$)

Corresponde a un agente oxidante que al estar en contacto con agua o saliva se descompone en urea y peróxido de hidrógeno, siendo esta concentración de peróxido de hidrógeno aproximadamente un tercio de la concentración original de peróxido de carbamida. (Mokhlis y cols 2000). Este compuesto se encuentra disponible en una amplia gama de concentraciones que van del 3% al 45%. Sin embargo, las presentaciones comerciales más comunes contienen peróxido de carbamida al 10%.

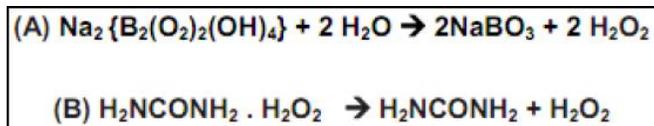


Figura 1: Formación de Peróxido de hidrógeno (H_2O_2) a partir de

(A) perborato de sodio y (B) peróxido de carbamida (Dahl y Pallesen, 2003)

Como se aprecia en la figura 1, tanto el perborato de sodio y el peróxido de carbamida actúan como precursores del peróxido de hidrógeno, y es este último el que actúa sobre los cromóforos de elevado peso molecular, reduciéndolos a moléculas más simples, que presentan un bajo peso molecular (Dahl y Pallesen, 2003).

Los mecanismos de reacción del peróxido de hidrógeno son variados y por ende, la eficiencia del blanqueamiento dependerá de las condiciones del medioambiente, tales como temperatura, pH, luz ultravioleta y presencia de algunos iones (Minoux y Serfaty, 2008). Sin embargo existen dos factores determinantes en dicha eficacia al utilizar productos que contengan peróxido de hidrógeno, la concentración del peróxido con su consecuente capacidad para descomponer las moléculas que provocan las tinciones, y el tiempo de la aplicación (Joiner, 2006; Dahl y Pallesen, 2003).

Al comparar la eficacia del blanqueamiento *in vitro* utilizando distintas concentraciones de H_2O_2 , se ha confirmado que a menor concentración se requiere un mayor número de aplicaciones para obtener resultados similares (Sulieman y cols, 2004). Además, estudios clínicos con H_2O_2 han mostrado que similar concentración y tiempo de aplicación presentan eficacia similar (Joiner, 2006). Por lo tanto, soluciones más concentradas de peróxido blanquean más rápidamente al compararla con aquellas menos concentradas, sin embargo, todas logran el mismo efecto, si son usadas por un tiempo suficiente (Sulieman y cols, 2004).

Para tratar de acelerar la acción del proceso de blanqueamiento, el uso de fuentes de luz también ha sido sugerido, pese a que en el pasado mostraban un incremento en la sensibilidad y reducían la estabilidad del color a largo plazo (Marson y cols, 2008).

Diferentes fuentes luminosas han sido utilizadas para activar agentes blanqueadores, incluyendo lámparas halógenas, ultravioletas, LEDs, laser, etc. Sin embargo, la fuente de luz LED es la que produce menor aumento de temperatura durante el proceso de activación (Kossatz y cols 2011).

Recientemente la combinación de sistemas blanqueadores que usan productos químicos catalíticos activados con luz ha resultado en una disminución de la sensibilidad y una mejora en los resultados estéticos (Marson y cols, 2008).

Mecanismo de acción

El mecanismo por el cual los dientes son blanqueados por materiales oxidantes como el peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida no se ha comprendido completamente en la actualidad (Kihn 2007, Joiner 2006). De acuerdo a la literatura disponible, la evidencia apunta a que el mecanismo de acción del peróxido de hidrógeno consiste en actuar como un fuerte agente oxidante mediante la formación de radicales libres, oxígeno reactivo y aniones de peróxido de hidrógeno (figura 2) que penetran en el esmalte y dentina por difusión, produciendo el blanqueamiento y decoloración de los cromóforos mediante la destrucción de uno o más de los enlaces dobles de la cadena conjugada, a través de la ruptura de la cadena conjugada o por oxidación de otras moléculas químicas presentes en la cadena (Joiner 2006, Sulieman 2008).

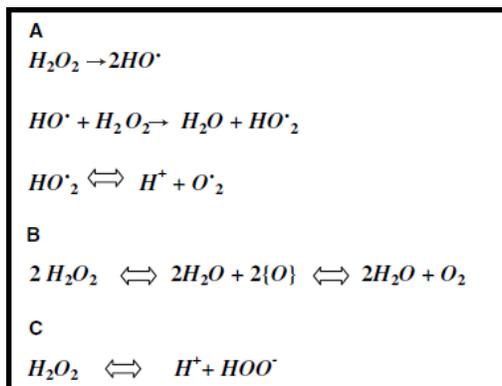


Figura 2: (A) El peróxido de hidrógeno puede formar radicales hidroxilo (HO[·]), radicales perhidroxilo (HO₂[·]) y aniones superóxido (O₂^{·-}), (B) moléculas de oxígeno reactivo, o (C) liberarse como su forma iónica. (Sulieinan, 2008)

Los radicales libres son altamente inestables porque contienen uno o más electrones impares en su órbita. Para estabilizar esta estructura molecular presentan una tendencia a obtener un electrón desde un componente adyacente, siendo agentes altamente oxidantes, representando el principal método de acción del peróxido, como lo grafica la figura 3 (Minoux y Serfaty, 2008).

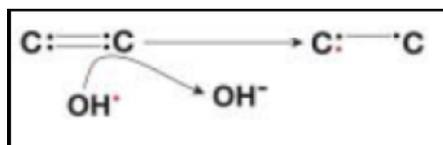


Figura 3: Radical hidroxilo (HO[·]) provocando la ruptura del doble enlace (Minoux y Serfaty, 2008).

Los mecanismos de estas reacciones son variados y dependen del sustrato, del medio de reacción y la presencia de catalizadores. En general, se pueden formar un amplio número de diferentes especies reactivas de oxígeno en función de las condiciones de la reacción, la temperatura, el pH, la luz y la presencia de metales de transición. Bajo condiciones alcalinas, el blanqueamiento con peróxido de hidrógeno procede a través del anión perhidroxilo (HO₂⁻). Se ha demostrado que bajo reacciones iniciadas fotoquímicamente usando luz o láser la formación de radicales hidroxilos a partir del peróxido de hidrógeno se incrementa (Joiner 2006).

Fotocatálisis y dióxido de titanio

La fotocatalisis es una reacción fotoquímica que permite la degradación de moléculas orgánicas en solución mediante la generación de radicales hidroxilos y ha sido objeto de investigación intensiva durante los últimos años (Laoufi y cols, 2008). Se basa en la utilización de un material semiconductor como fotocatalizador, el cual ayuda a acelerar una reacción química al ser activado mediante la absorción de un fotón sin ser consumido durante el proceso (Abhang y cols 2011, Fabbri y cols, 2009). Actualmente, el semiconductor más utilizado en fotocatalisis corresponde al dióxido de titanio, debido a sus propiedades que lo hacen ser relativamente barato, no tóxico, insoluble en agua, estable a la corrosión y biológicamente inerte (Abhang y cols 2011, Marín y cols 2008).

Durante el último tiempo, se han introducido al mercado agentes blanqueadores para ser aplicados en oficina con bajas concentraciones de peróxido de hidrógeno, estos productos de menor concentración contienen en su formulación el agente semiconductor, dióxido de titanio (TiO_2), que actúa como catalizador, potenciando la acción blanqueadora al incrementar la generación de radicales hidroxilos, dependiente de procesos oxidativos avanzados, generados por la acción fotocatalítica del dióxido de titanio al ser activado por fuentes luminosas (Tavares y cols, 2003; Bortolatto y cols, 2014; Suemori y cols, 2008). Sin embargo, estos agentes blanqueadores muestran su mayor absorbancia en el espectro de luz ultravioleta (Suemori y cols 2008), ya que el dióxido de titanio se activa solo bajo longitudes de onda menores a 380 nm (espectro UV) (Peng y cols, 2008) por lo que se hace necesario encontrar una fuente luminosa de alta intensidad que no tenga efectos adversos en el organismo, o un catalizador que presente una alta actividad al ser activado por el espectro de luz visible.

Debido a esto se han realizado considerables esfuerzos para lograr combinar el TiO_2 con variados elementos para poder hacerlo fotoactivo bajo la luz visible, pero desde que Asashi y cols. reportaron que la combinación de dióxido de titanio con nitrógeno (N) para formar dióxido de titanio nitrogenado (N-TiO_2) mejoraba significativamente la reactividad fotocatalítica, esta clase de combinación pasó a

ser considerada la forma más efectiva de cambiar la respuesta óptica del TiO_2 desde la luz UV al espectro de luz visible ($\lambda > 400 \text{ nm}$) y aumentar su actividad fotocatalítica (Peng y cols 2008).

Recientemente se ha desarrollado una nueva generación de agentes blanqueadores para ser administrados “en oficina” utilizando una solución de peróxido de hidrógeno de baja concentración. En esta nueva formulación de peróxido de hidrogeno al 6%, el agente semiconductor de dióxido de titanio es reemplazado por dióxido de titanio nitrogenado (N-TiO_2), lo que permite que la acción catalizadora se produzca al ser expuesto a una fuente luminosa con longitudes de onda dentro del espectro de la luz visible, siendo una combinación segura, de mayor eficiencia, que podría alcanzar un resultado estético similar al obtenido con un agente de alta concentración, en equivalente tiempo de aplicación, pero con menores efectos adversos (Bortolatto y cols, 2014), compensando la necesidad de aumentar el tiempo de contacto del agente blanqueador con la superficie dentaria al disminuir la concentración de peróxido de hidrógeno para que el blanqueamiento sea efectivo (Moncada y cols 2013).

HIPOTESIS

No hay diferencia significativa en la efectividad en el blanqueamiento dental en oficina entre el peróxido de hidrógeno al 6% con N-TiO₂ y el agente convencional de peróxido de hidrógeno al 35%, ambos activados por luz LED/Laser, medido visualmente con muestrario de color VITA Bleachedguide 3D-Master.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad del blanqueamiento in-office entre un gel de peróxido de hidrógeno al 35% y uno de peróxido de hidrógeno al 6% con N-TiO₂ activados por luz LED/Laser, utilizando la escala de color VITA Bleachedguide 3D-Master.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Determinar el color inicial con muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master de las piezas dentarias que serán blanqueadas.
- 2) Determinar la guía de color con muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master de las piezas dentarias en la 1°, 2° y 3° semana de blanqueamiento.
- 3) Determinar la guía de color con muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master de las piezas dentarias en la 1° semana y el 1° mes post blanqueamiento.
- 4) Determinar la variación total de color obtenido (Δ SGU), finalizadas las 3 semanas de blanqueamiento.
- 5) Determinar la variación total de color obtenido (Δ SGU), 1 semana y un mes post blanqueamiento.

6) Comparar la variación total de unidades de guía color obtenida (Δ SGU) con muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master, en la 1°, 2° y 3° semana de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz LED/laser v/s peróxido de hidrógeno al 35%.

7) Comparar la variación total de unidades de guía de color obtenida (Δ SGU) con muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master, 1 semana y un mes post blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz LED/laser v/s peróxido de hidrógeno al 35%.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio:

Se realizó un ensayo clínico doble ciego controlado bajo criterios Consort, con diseño de boca dividida.

Muestra

Se seleccionaron 30 pacientes voluntarios que calificaban dentro de los criterios de inclusión y exclusión del estudio.

Criterios de Inclusión

Pacientes mayores de 18 años de ambos sexos, que presentaban todos sus dientes anteriores superiores e inferiores sin restauraciones o con restauraciones pequeñas, sin experiencia previa de blanqueamiento dentario y con tono dentario 2M2 o superior determinado por el muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master.

Criterios de Exclusión

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.

Medición del Color

El color fue evaluado de manera visual, en los incisivos centrales superiores, por un evaluador calibrado en la toma de color utilizando el muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master. Esta calibración se llevó a cabo mediante la medición de 6 dientes distintos en 4 pacientes voluntarios para este fin, en dos tiempos distintos espaciados por una semana. Además se utilizó un espectrofotómetro Vita Easy Shade como patrón de comparación de las mediciones obtenidas. Se alcanzaron valores Kappa de validez y reproducibilidad iguales o mayores a 0,8. Los pacientes fueron evaluados en la misma habitación con la misma iluminación, por ambos examinadores de forma independiente.

Las 15 guías de color del muestrario fueron organizadas por valor, siendo 0M1 el de mayor valor y 5M3 el de menor valor en una escala, para luego asignar puntajes correlativos que permiten evaluar los cambios de color cuantificándolo según valor, como se muestra en la siguiente tabla (tabla 2).

Valor	0M1	0,5M1	1M1	1M1,5	1M2	1,5M2	2M2	2,5M2	3M2	3,5M2	4M2	4,5M2	5M2	5M2,5	5M3
Puntaje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Tabla 2. Puntaje numérico para cada valor de color.

Esta clasificación permite evaluar los cambios de color y obtener un análisis cuantitativo. El color fue medido en los siguientes intervalos:

- Inicial pre blanqueamiento
- 1° semana de tratamiento, al término de la sesión
- 2° semana de tratamiento, al término de la sesión
- 3° semana de tratamiento, al término de la sesión
- 1° semana Post Blanqueamiento
- 1° mes Post Blanqueamiento

Intervención

Fase Previa

1. Se le solicitó a cada voluntario del estudio leer y firmar el consentimiento informado (Anexo 1), previa explicación verbal de lo que se encuentra escrito.
2. Se desarrolló una Ficha Clínica para cada voluntario (Anexo 2).
3. Se realizó una profilaxis a cada paciente voluntario.

Sesiones de Blanqueamiento

El estudio constó de 3 sesiones de blanqueamiento separadas por 1 semana en las cuales se siguió el siguiente protocolo:

1. Se evaluó la guía de color inicial de cada incisivo central superior correspondiente al muestrario de color VITA Bleachedguide 3D-Master.
2. Se realizó la primera sesión de aplicación de los agentes blanqueadores de la siguiente forma:

Fue utilizado el modelo de boca dividida para la aplicación de los productos. La asignación de los lados se llevó a cabo al azar, a través de "cara o cruz". Después de la aplicación de una resina de barrera gingival fotopolimerizable (Lase Protect, Dmc, Sao Carlos, Brasil), se utilizaron los siguientes geles para el blanqueamiento:

- Una hemiarcada (Agente 6%) fue tratada con Lase Peroxide Lite® (Dmc equipamentos, São carlos, São Paulo-Brasil, registro anvisa 80030810082), nanocclareador constituido por peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado como semiconductor.
- La otra hemiarcada (Agente 35%) fue tratada con Lase Peroxide Sensy® (Dmc equipamentos, São Carlos, São Paulo-Brasil, registro anvisa 80030810033), blanqueador constituido por peróxido de hidrógeno al 35%.

- Para ambos agentes se mezcló 1 gota de espesante por 3 gotas de peróxido según las indicaciones del fabricante. Ambos geles fueron aplicados por un operador que no conocía el producto administrado. Para esto, los envases de espesante y peróxido de hidrógeno de cada uno de los agentes fueron codificados con un número por un operador ajeno a los procedimientos. Esta información fue revelada una vez obtenidos los resultados finales del proyecto. Una vez mezclado cada agente, se aplicó sobre las superficies dentarias a blanquear.

3. Se realizó la activación con luz LED/laser (Whitening Lase Light Plus, DMC-Equipos, modificado para utilizar diodos LED e infrarrojo) por 12 minutos.
4. Se retiraron y limpiaron los agentes blanqueadores.
5. Se realizó una segunda aplicación de los agentes, siguiendo el mismo protocolo y se realizó la activación con luz LED por 12 minutos.
6. Se retiraron, limpiaron y lavaron todos los excesos de agentes blanqueadores, junto con ello se retiró la barrera gingival.
7. Se evaluó la guía de color correspondiente al muestrario VITA Bleachedguide 3D-Master de cada incisivo central clareado de forma inmediata luego de cada sesión, dejándolo registrado.
8. Se le dieron las indicaciones al paciente.
9. Se repitió la aplicación siguiendo el mismo protocolo 1 y 2 semanas después de la primera aplicación, completando 3 sesiones de blanqueamiento, registrando en cada sesión las guías de color obtenidas.

Sesiones de Control

En las sesiones de control, 1 semana y 1 mes después de terminado el tratamiento, se realizó una evaluación de las guías de color correspondientes a los centrales superiores y se dejaron registradas.

Análisis de datos

Para determinar la variación de unidades de guía de color entre los distintos tiempos de evaluación se comparó el puntaje correlativo de la guía de color obtenida en la medición inicial con los puntajes correlativos de las guías de color obtenidas en los distintos tiempos de evaluación.

A partir de la 1° semana de tratamiento se calculó el Δ SGU, que corresponde operacionalmente a la diferencia entre el puntaje correlativo de la guía de color obtenida en la medición inicial o baseline (SGUb) menos el puntaje correlativo de la guía de color obtenida en alguna medición realizada en un tiempo posterior (SGUt), con el fin de contrastar posteriormente los Δ SGU de ambos productos para cada intervalo de tiempo.

Los datos fueron comparados utilizando las pruebas u de Mann-Whitney, y de Friedman.

Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas utilizando el software SPSS 16.0 (SPSS inc. Chicago, IL, USA).

Resultados

Detalle de la muestra

De un total de 130 pacientes evaluados, 100 fueron excluidos en la etapa previa al blanqueamiento de acuerdo a los criterios de exclusión, quedando un total de 30 pacientes (N=30) para el estudio (Tabla 3).

Selección de pacientes	
Pacientes Evaluados	N= 130 Hombres: 49 Mujeres: 81
Pacientes Excluidos	Color (69) Restauraciones (8) Cracks (6) Hipomineralización (5) Bruxismo, Abfracciones (5) Sensibilidad (3) Caries (2) Gingivitis (1) Endodoncia (1)
Pacientes Seleccionados	N= 30 Hombres: 19 Mujeres: 11
Pacientes Analizados	N= 30

Tabla 3. Detalle de la selección de pacientes para el estudio

Del total de pacientes seleccionados para el estudio (n=30), el 66,3% de ellos fueron del género masculino y 33,7% del femenino. La media de edad de la muestra es 24,5 años, siendo en el género masculino 24,1 años y en el género femenino 25,2 años (Tabla 4).

Género	N	Porcentaje	Media Edades
Masculino	19	66,30%	24,1
Femenino	11	33,70%	25,2
Total	30	100%	24,5

Tabla 4. Distribución por género y edad de la muestra

Unidades de guía de color

Para el grupo con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado, la mediana de guías de color antes de la intervención (Baseline) fue de 8 (Color 2.5M2). Al cabo de la tercera sesión de blanqueamiento y posteriormente en la medición del mes, se registró una mediana de 4 (Color 1M1.5) y 5 (Color 1M2) respectivamente. Se comparó la evolución del color en función del tiempo para el Agente 6% mediante la prueba de Friedman arrojando una variación estadísticamente significativa ($p < 0,000$).

Peróxido de Hidrógeno 6%			
Tiempo	Media	Mediana	Desv. Std.
Baseline	8	8	1,6
Sesión 1	5,8	6	1,6
Sesión 2	5	5	1,2
Sesión 3	4,1	4	0,9
Semana	4,8	5	1
Mes	5,3	5	1,2

Tabla 5. Detalle de resultados de las unidades de guía de color para el agente al 6%

Para el grupo con peróxido de hidrógeno al 35%, la mediana de guías de color antes de la intervención (Baseline) fue de 8 (Color 2.5M2). Al cabo de la tercera sesión de blanqueamiento y posteriormente en la medición del mes, se registró una mediana de 3 (Color 1M1) y 4,5 respectivamente. Se comparó la evolución del color en función del tiempo para el Agente 35% mediante la prueba de Friedman arrojando una variación estadísticamente significativa ($p < 0,000$).

Peróxido de Hidrógeno 35%			
Tiempo	Media	Mediana	Desv. Std.
Baseline	8	8	1,6
Sesión 1	5,6	5	1,6
Sesión 2	4,7	4	1,4
Sesión 3	3,6	3	1
Semana	4,4	4	1,1
Mes	4,7	4,5	1,3

Tabla 6. Detalle de resultados de las unidades de guía de color para el agente al 35%

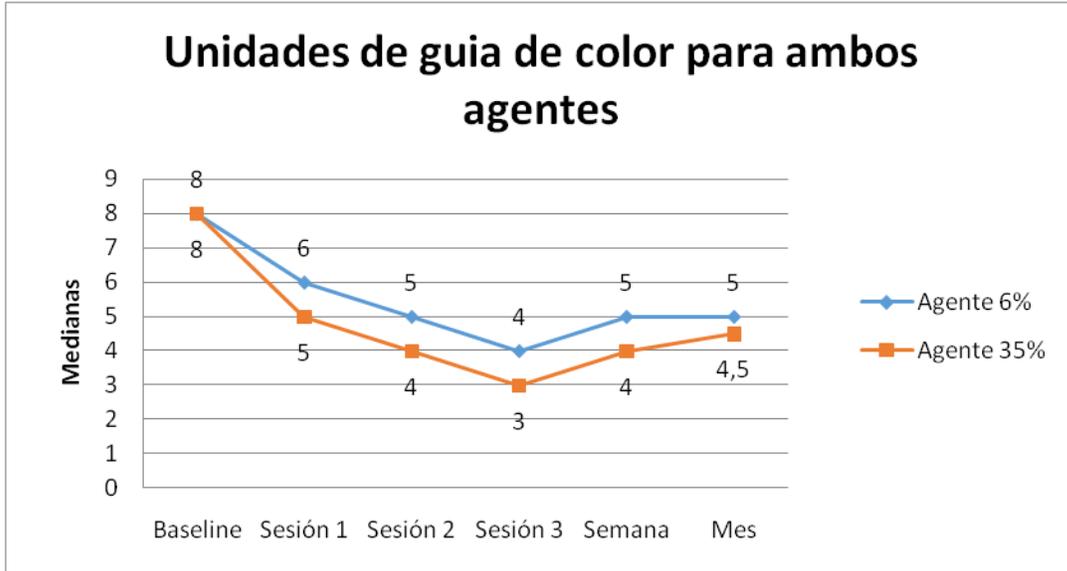


Gráfico 1: Evolución de las unidades de guías de color de ambos agentes en distintos tiempos.

Variación de unidades de guía de color (Δ SGU)

Para el grupo con Peróxido de Hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado, la media de Δ SGU al término del blanqueamiento fue de 3,8. En la medición correspondiente al mes el valor de variación de unidades de guía de color fue de 2,7.

Peróxido de Hidrógeno 6%			
Tiempo	Media	Mediana	Desv. Std.
Δ SGU Sesión 1	2,2	2	0,99
Δ SGU Sesión 2	2,9	3	1,39
Δ SGU Sesión 3	3,8	4	1,39
Δ SGU Semana	3,2	3	1,42
Δ SGU Mes	2,7	3	1,52

Tabla 7: Variación de unidades de guía de color en distintos tiempos para el Agente 6%

Para el grupo con Peróxido de Hidrógeno al 35%, la media de Δ SGU al término del blanqueamiento fue de 4,4. En la medición correspondiente al mes el valor de variación de unidades de guía de color fue de 3,3.

Peróxido de Hidrógeno 35%			
Tiempo	Media	Mediana	Desv. Std.
Δ SGU Sesión 1	2,4	2	1,3
Δ SGU Sesión 2	3,4	2	1,3
Δ SGU Sesión 3	4,4	5	1,4
Δ SGU Semana	3,7	4	1,4
Δ SGU Mes	3,3	3,5	1,6

Tabla 8: Variación de unidades de guía de color en distintos tiempos para el Agente 35%

Se comparó la variación de unidades de guía de color entre ambos agentes mediante el test de Mann-Whitney. No existió diferencia estadísticamente significativa en ningún momento de la evaluación ($p > 0,05$).

Tiempo	Valor P
Δ SGU Sesión 1	0,566
Δ SGU Sesión 2	0,239
Δ SGU Sesión 3	0,114
Δ SGU Semana	0,212
Δ SGU Mes	0,131

Tabla 9: Resultados del test Mann Whitney

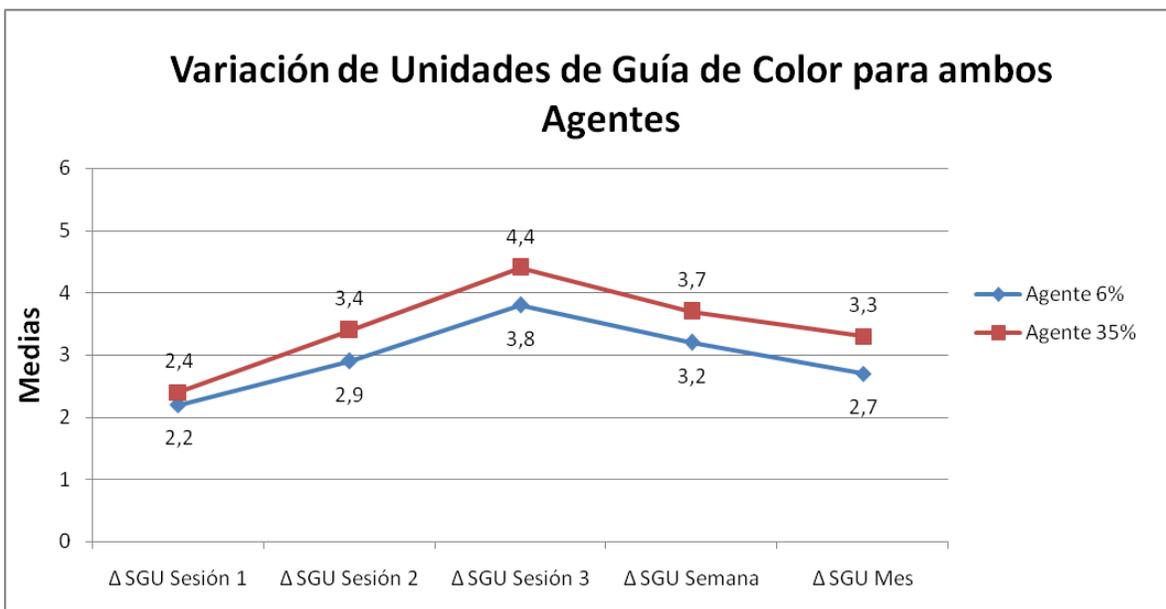


Grafico 2: Comparación de variaciones de unidades de guía de color entre ambos Agentes en distintos tiempos

Discusión

El presente estudio tenía por objetivo evaluar la efectividad del blanqueamiento dental producido por un agente con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado, en comparación con un agente con peróxido de hidrógeno al 35%. La hipótesis nula propuesta en esta investigación fue aceptada, demostrando que la eficacia del peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado no tiene diferencias estadísticamente significativas al compararlo con un agente con peróxido de hidrógeno al 35%. Las mediciones fueron realizadas antes de la intervención, durante las sesiones de aplicación, una semana y el primer mes posterior al término del blanqueamiento para registrar la estabilización del color (ADA Council 1994).

Para la medición del color de los dientes previo a la intervención y los posteriores cambios producidos durante y después del proceso de blanqueamiento, se utilizó un método visual con muestrario de color Vita Bleachedguide 3D-Master. A pesar de sus desventajas, debido a la subjetividad del operador, es un método válido, rápido, costo efectivo y con buena exactitud para diferenciar entre colores oscuros y claros (Reis y cols. 2011). El muestrario Vita Bleachedguide 3D-Master ya ha sido utilizado para determinar cambios durante el tiempo en procedimientos de blanqueamiento y, en comparación con el sistema VITA Classical, ha mostrado una mayor facilidad para discernir entre diferentes colores y llegar a consenso entre distintos examinadores. Además los cambios de color determinados con el muestrario Vita Bleachedguide 3D-Master han exhibido menores variaciones y una mayor concordancia con las mediciones objetivas instrumentales (Ontiveros 2009).

En este estudio la mediana de unidades de guía de color previo al tratamiento fue de 8 (Color 2,5M2) para ambos agentes, sin diferencia estadísticamente significativa entre ellos. Al término de la intervención el grupo del Agente 6% tuvo una mediana de unidades de guía de color de 6 (Color 1,5M2) y el grupo del Agente 35% una mediana de 5 (Color 1M2), sin diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. Para ambos grupos hubo una variación estadísticamente significativa de unidades de guía de color entre el inicio y el final

de la intervención, por tanto los dientes blanqueados en ambos grupos sufrieron una variación en el color que se corresponde con la obtención de guías de color más claras en el muestrario Vita Bleachedguide 3D-Master ordenado por valor. Estos resultados se corresponden con la conocida eficacia de los agentes con peróxido de hidrógeno al 35%, además de reafirmar el significativo efecto blanqueador de agentes con peróxido de hidrógeno al 6% reportado por Mohan y cols. (Mohan 2008). También, los resultados obtenidos en este estudio muestran que un agente de menor concentración consigue un nivel similar de blanqueamiento en el tiempo que un agente de mayor concentración. Esto es concordante con lo encontrado por Bernardon y cols. (Bernardon 2010).

El resultado típico del blanqueamiento dental consiste en lograr una apariencia más clara de los dientes tratados (Kihn y cols, 2007). Por ende, la efectividad clínica del blanqueamiento está determinada por la diferencia entre la cantidad de unidades de guía de color obtenidas en la medición inicial y las posteriores evaluaciones realizadas en el tiempo (Ontiveros y Paravina 2009). En el presente estudio los resultados obtenidos muestran una efectividad similar para el Agente 6% y para el Agente 35% en la primera aplicación, con un Δ SGU promedio de 3,7 y 3,5 respectivamente, sin diferencia estadísticamente significativa. Tampoco se registraron diferencias estadísticamente significativas en la efectividad entre ambos agentes en todas las demás mediciones realizadas durante y después del tratamiento. Estos resultados pueden explicarse por el efecto del N-TiO₂ en la formulación con peróxido de hidrógeno al 6%. La activación de esta partícula semiconductor con una fuente de luz apropiada, en este caso luz LED/Laser, promueve la acción catalizadora del N-TiO₂ y por ende el incremento en la generación de especies de oxígeno reactivas, necesarias para la oxidación de los cromógenos, lo que compensa la disminución de la concentración de peróxido de hidrógeno en cuanto a la efectividad del blanqueamiento (Sakai y cols. 2007), además este efecto provocado por la fotoactivación no sería percibido en el agente al 35% ya que la cantidad de radicales producidos por la propia degradación del peróxido de hidrógeno es suficiente para reaccionar con los pigmentos de la estructura dental, por lo tanto cualquier incremento adicional no modifica el proceso

de blanqueamiento (Kossatz 2011). Debido a la disminución de la concentración de peróxido de hidrógeno gracias a la adición de N-TiO₂ en la formulación del agente blanqueador, la probabilidad de padecer reacciones adversas disminuye, manteniendo la efectividad del blanqueamiento (Bortolatto y cols. 2014).

Los resultados obtenidos para el cambio de unidades de guía de color en la tercera y última sesión de blanqueamiento fueron de 3,8 y 4,4 para el agente al 6% y para el agente al 35% respectivamente. Estos resultados difieren de publicaciones anteriores que mostraban variaciones de 5 a 8 unidades de guía de color al término del tratamiento al usar un agente de peróxido de hidrógeno al 35% (Kossatz y cols. 2011, Bernardon y cols. 2010). Esta discrepancia puede explicarse por la utilización de distintos muestrarios y métodos para la evaluación del color en dichos estudios, además de las diferencias en los protocolos de aplicación y en los propios agentes blanqueadores con los utilizados en este trabajo.

En el presente estudio, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la eficacia del agente con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado en comparación con el producto con peróxido de hidrógeno al 35%. En el estudio de Bortolatto y cols. se comparó la eficacia de un agente con peróxido de hidrógeno al 15% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz LED/Laser, con un agente con peróxido de hidrógeno al 35%. Los resultados indicaron que el agente con peróxido de hidrógeno al 15% tuvo una eficacia mayor al producto con peróxido de hidrógeno al 35% (Bortolatto y cols. 2014). Esta diferencia puede ser explicada por la menor concentración del producto utilizado en nuestro estudio. Además existe la diferencia en los protocolos de aplicación, en el estudio de Bortolatto y cols, el tiempo de aplicación de ambos productos fue distinto entre ellos, a diferencia del presente estudio en que el tiempo de aplicación fue el mismo para ambos agentes.

Una limitación de este estudio es que se realizaron mediciones de color hasta el primer mes post blanqueamiento, por lo que se recomienda seguir midiendo el color tanto a los 3 como a los 6 meses posteriores al tratamiento, de acuerdo a las recomendaciones de la ADA (ADA Council 1994). También sería de utilidad considerar variables como hábitos de higiene, hábito tabáquico y consumo de sustancias y/o alimentos potencialmente cromogénicos, que no fueron consideradas en este estudio.

CONCLUSIONES

- El agente con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado y el agente con peróxido de hidrógeno al 35% son efectivos para lograr el blanqueamiento.
- No hay diferencia en la efectividad del blanqueamiento entre un agente con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado en comparación con un agente con peróxido de hidrógeno al 35%, medido con muestrario de color Vita Bleachedguide 3D-Master.

Referencias Bibliográficas

- 1) Abhang R. M., Deepak Kumar and S. V. Taralkar. Design of Photocatalytic Reactor for Degradation of Phenol in Wastewater. International Journal of Chemical Engineering and Applications, Vol. 2 , No. 5 , October 2011
- 2) Al Shethri S, BA Matis, MA Cochran, R Zekonis, M Stropes (2003). A Clinical Evaluation of Two In-Office Bleaching Products. Operative Dentistry, 2003, 28-5, 488-495
- 3) Alomari Q & El Daraa E (2010). A randomized clinical trial of in-office dental bleaching with or without light activation. The journal of contemporary dental practice, 11(1), p.E017–024.
- 4) Amengual-Lorenzo J, Llena-Puy MC & Forner-Navarro L (2005). Reproducibilidad en la medición del color «in vitro» e «in vivo» mediante colorímetros específicos para uso dental. Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España 10(3).
- 5) American Dental Association Council on Dental Therapeutics (1994). Guidelines for the acceptance of peroxide-containing oral hygiene products. JADA 1994; 125(8):1140-2
- 6) Baik J, Rueggeberg F, Liewehr F (2001). Effect of light-enhanced bleaching on in vitro surface and intrapulpal temperature rise. Journal of esthetic and restorative dentistry 2001; 13: 370-378
- 7) Bazzi J. y cols (2012). The effect of at-home bleaching and toothbrushing on removal of coffee and cigarette smoke stains and color stability of enamel. JADA 2012;143(5):e1-e7

- 8) Berga A, Forner L, Amengual J (2006). At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal* 2006; 11:E94-9
- 9) Bernardon JK, N Sartori, A Ballarin, J Perdigão, G Lopes, LN Baratieri (2010). Clinical Performance of Vital Bleaching Techniques *Operative Dentistry*. *Operative dentistry* 2010, 35-1, 3-10
- 10) Bertone N, Zaiden S (2008). Blanqueamiento dentario. Aplicaciones clínicas. *Revista de la Facultad de Odontología (UBA)*. 23: 19-25.
- 11) Bortolatto J, Pretel H, Floros M, Luizzi A, Dantas A, Fernandez E y cols. (2014). Low Concentration H₂O₂/TiO₂ in office bleaching: A randomized clinical trial. *JDR Clinical Research Supplement* 2014 97; 7; 1: 665-715.
- 12) Buchalla W, Attin T (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—A systematic review. *Dental Materials* 23 (2007) 586–596
- 13) Dahl JE y Pallesen U (2003) Tooth bleaching - a critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine: An Official Publication of the American Association Of Oral Biologists*, 14(4), p. 292-304.
- 14) De Abreu et al (2011). Effect of Home-Use and In-Office Bleaching Agents Containing Hydrogen Peroxide Associated with Amorphous Calcium Phosphate on Enamel Microhardness and Surface Roughness. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* (2011) Vol 23 • No 3 • 158–168
- 15) Francci C, Marson FC, Briso ALF, Gomes MN. Clareamento dental – Técnicas e conceitos atuais. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2010; 64 (1):78–89.

- 16) Goldberg M, Grootveld M & Lynch E (2010). Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clinical Oral Investigations*, 14(1), p.1–10.
- 17) Gonçalves Assunção W, Falcón Antenucci RM, Piza Pellizzer E, Freitas Júnior AC, Oliveira de Almeida (2009). Factores que influencian la selección del color en prótesis fija: Revisión de literatura. *Acta Odontológica Venezolana*, 47(4), p.136–142.
- 18) Hewlett ER (2007). Etiology and management of whitening-induced tooth hypersensitivity. *CDA Journal*. 35(7): 499-506.
- 19) Ingle JI, Bakland LK (2002). *Endodontics*. 5^o ed. Canada: BC Decker Inc.
- 20) Joiner A (2006). The bleaching of teeth: A review of the literature. *Journal of Dentistry* 34 (2006): 412-419.
- 21) Joiner A (2007). Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *Journal of Dentistry*, 35(12), p.889–896.
- 22) Joiner A, Gopal Thakker (2004). In vitro evaluation of a novel 6% hydrogen peroxide tooth whitening product. *Journal of Dentistry* (2004) 32, 19–25
- 23) Jørnung J, Øystein Fardal (2007). Perceptions of patients' smiles, a comparison of patients' and dentists' opinions. *JADA*, Vol. 138 December 2007
- 24) Kershaw S, J. T. Newton, D. M. Williams (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* 2008; 204: E9

- 25) Kihn P, Douglas M, Barnes, Romberg E, Peterson K (2000). A clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. JADA Vol. 131, October 2000
- 26) Kihn, P (2007). Vital Tooth Whitening. Dental clinics of North America 51 (2007) 319–331
- 27) Kossatz S, AP Dalanhol, T Cunha, A Loguercio, A Reis (2011). Effect of light activation on tooth sensitivity after In-Office bleaching. Operative Dentistry, 2011, 36-3, 251-257
- 28) Laoufi NA, Tassalit D, Bentahar F (2008). The degradation of phenol in water solution by TiO₂ photocatalysis in a helical reactor. Global NEST Journal. 10(3): 404-418.
- 29) Li Y. Biological Properties of Peroxide-containing Tooth Whiteners. Food and Chemical Toxicology 34 (1996) 887-904
- 30) Li-Bang H, Mei-Ying S, Ke T, Xin X, Ji-Yao L (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 (2012): 644–653
- 31) Luk K, Laura Tam, Manfred Hubert (2004). Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. JADA, Vol. 135, February 2004
- 32) Marín JM, Navío JA, Ríos LA, Restrepo G (2008). Soporte de Nuevas Películas de TiO₂ y TiO₂/SiO₂ sobre Gránulos de Poliéster para Aplicación en Fotocatálisis. Información Tecnológica 19(6): 9-20.

- 33) Marson FC, LG Sensi, LCC Vieira, E Araújo (2008). Clinical Evaluation of In-office Dental Bleaching Treatments With and Without the Use of Light-activation Sources. *Operative Dentistry* 2008, 33-1, 15-22
- 34) Matis BA, MA Cochran, G Wang, GJ Eckert (2009). A Clinical Evaluation of Two In-office Bleaching Regimens With and Without Tray Bleaching. *Operative Dentistry*, 2009, 34-2, 142-149
- 35) Meireles SS, S.S. Heckmann, I.S. Santos, A. Della Bona, F.F. Demarco. A double blind randomized clinical trial of at-home tooth bleaching using two carbamide peroxide concentrations: 6-month follow-up. *Journal of dentistry* 36 (2008) 878 – 884
- 36) Meireles SS, S.S. Heckmann, I.S. Santos, A. Della Bona, F.F. Demarco. A double blind randomized clinical trial of at-home tooth bleaching using two carbamide peroxide concentrations: 2-year follow-up. *Journal of dentistry* 38 (2010) 956 – 963
- 37) Minoux M y Serfaty R (2008). Vital tooth bleaching: biologic adverse effects-a review. *Quintessence International* (Berlin, Germany: 1985), 39(8), p.645–659.
- 38) Mohan N, Stephen Westland b, Paul Brunton c, Roger Ellwood d, Iain A. Pretty e, Wen Luo (2008). A clinical study to evaluate the efficacy of a novel tray based tooth whitening system. *Journal of dentistry* 36 (2008) 21 – 26
- 39) Mokhlis G y cols (2000). A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *JADA*, Vol. 131, September 2000.

- 40) Moscardó A.P, Isabel Camps Alemany (2006). Aesthetic dentistry: Chromatic appreciation in the clinic and the laboratory. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal* 2006;11:E363-8
- 41) Ontiveros, Joe C, Rade D. Paravina (2009). Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *Journal of dentistry* 37 (2009) 840 – 847
- 42) Patel A, C. Louca, B. J. Millar (2008). An in vitro comparison of tooth whitening techniques on natural tooth colour. *British Dental Journal* 2008
- 43) Peng Feng, Lingfeng Cai, Lei Huang, Hao Yu, Hongjuan Wang. Preparation of nitrogen-doped titanium dioxide with visible-light photocatalytic activity using a facile hydrothermal method. *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 69 (2008) 1657–1664
- 44) Reis A, Tay LY, Herrera DR, Kossatz S, Loguercio AD. Clinical effects of prolonged application time of an In-office bleaching gel. *Operative Dentistry*, 2011, 36-6, 590-596
- 45) Sakai L, Kato J, Nakasakawa 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 letters* No. 17:1062-1066
- 46) Sarafianou A, Kamposiora P, Papavasiliou G, Goula H (2012). Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *The Journal of prosthetic dentistry*, 107(3), p.178–185.

- 47) Suemori, J. Kato, T. Nakazawa, G. Akashi, A. Igarashi, Y. Hirai, Y. Kumagai and H. Kurata (2008). Effects of light irradiation on bleaching by a 3.5% hydrogen peroxide solution containing titanium dioxide. *Laser physics letters* No. 5, 379–383 (2008)
- 48) Sulieman M, M. Addy, E. Macdonald, J.S. Rees (2005). The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *Journal of Dentistry* (2005) 33, 33–40
- 49) Sulieman M, M. Addy, J.S. Rees (2003). Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. *Journal of Dentistry* (2003) 31, 415–422
- 50) Sulieman MA, Addy M, Rees J.S (2004). The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: a in vitro study *Journal of Dentistry*, 32(4), p. 295-299.
- 51) Sulieman MA. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology* 2000; 48:148-69
- 52) Suyama Y, Otsuki M, Ogisu S, Kishikawa R, Tagami J, Ikeda M y cols. (2009) Effects of light sources and visible light-activated titanium dioxide photocatalyst on bleaching. *Dental Materials Journal* 28(6): 693-699
- 53) Tavares M y cols (2003). Light augments tooth whitening with peroxide. *JADA*, Vol. 134, February 2003
- 54) Tin-Oo et al. A significant percentage of the adult population is dissatisfied with the appearance of their current tooth colour. *BMC Oral Health* 2011, 11:6

- 55)Tredwin CJ, Naik S, Lewis NJ, Scully C (2006). Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *British Dental Journal*, 200(7), p.371–376.
- 56)Van der Geld P, Paul Oosterveld, Guus Van Heck, Anne Marie Kuijpers-Jagtman (2007). Smile Attractiveness, self-perception and Influence on PersonalityAngle *Orthodontist*, Vol 77, No 5, 2007
- 57)Watts, A. y Addy, M.(2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literatura. *British Dental Journal* 190,309-16
- 58)Westland S, Paravina R, Powers JM (2004). *Esthetic color training in dentistry*. Elsevier Mosby. 87-92.
- 59)Zekonis R y cols (2003). Clinical Evaluation of In-Office and At-Home Bleaching Treatments. *Operative Dentistry*, 2003, 28-2, 114-121
- 60)Ziebolz D, Kristina Helms, Christian Hannig, Thomas Attin. Efficacy and oral side effects of two highly concentrated tray-based bleaching systems. *Clinical Oral Investigations* (2007) 11:267–275
- 61)Haywood VB (1992) History, safety and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence International* 23(7) 471-488
- 62)Paravina R (2008). New shade guide for tooth whitening monitoring: Visual assessment. *Journal of prosthetic dentistry*. 2008 Mar;99(3):178-84
- 63)Winter R (1993). Visualizing the natural dentition. *Journal of esthetic dentistry*; 5(3): 102-17.

7. ANEXOS.

ANEXO 1 - CONSENTIMIENTO INFORMADO



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 blanqueamiento 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 Universidad 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

La presente investigación tiene por objetivo comparar 2 agentes para saber si tienen resultados similares y producen menos dolor.

Beneficios

Será una opción voluntaria de realizarse un tratamiento costoso, tratado y supervisado por investigadores clínicos expertos, con todas las medidas de seguridad necesarias, con ajuste a los criterios de inclusión y exclusión en forma estricta, acompañado en forma seria y con la posibilidad de retirarse voluntariamente del estudio si acaso lo decide.

Adicionalmente, su participación permitirá contribuir en 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 hemiarcada con el agente tradicional y de 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 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. 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 hemiarcadas. En el caso que ellos alcancen diferentes resultados quedando una hemiarcada más clara que la otra, se reaplicará el agente en la hemiarcada 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 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.

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: _____
Percusión vertical: _____
Chorro de Aire: _____
Sondaje: _____
Presencia de lesiones de caries: SI () NO () ¿Qué dientes? _____

SENSIBILIDAD

0= ninguna; 1=leve; 2=moderada; 3=considerable I; 4=severa /0=ausencia de dolor; 10=dolor insoportable

Diente	0	1	2	3	4

0 _____ **10**
0 _____ **10**
0 _____ **10**
0 _____ **10**
0 _____ **10**
0 _____ **10**
0 _____ **10**
0 _____ **10**
0 _____ **10**

Nombre: _____

- 1) ¿Siente sensibilidad después de cepillarse los dientes? SI () NO ()
- 2) ¿Y después de comer alimentos calientes o fríos? SI () NO ()
- 3) ¿Come frutas cítricas frecuentemente? SI () NO ()
- 4) ¿Usa crema dental para dientes sensibles? SI () NO ()
- 5) ¿Ingiere frecuentemente bebidas gaseosas? SI () NO ()
- 6) ¿Ha recibido algún tratamiento restaurador para dientes sensibles? SI () NO ()
- 7) ¿Ingiere bebidas alcohólicas con frecuencia? SI () NO ()