



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

**COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE DOS AGENTES
BLANQUEADORES EN BASE A PERÓXIDO DE HIDRÓGENO DE
APLICACION CLÍNICA, ESTUDIO *IN VIVO***

NADIA OVIES DOBSON

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

**TUTOR PRINCIPAL
Prof. Dr. Javier Martín Casielles**

**TUTORES ASOCIADOS
Dra. Patricia Cisternas
Prof. Dr. Gustavo Moncada**

**Santiago – Chile
2012**

A MIS PADRES

Por ser siempre un apoyo incondicional, haber fomentado en mí el hábito de estudio y que la educación es una herramienta con la cual uno puede desarrollarse integralmente en la vida.

A MI TÍO ALEX

Por ser un eterno ángel, que desde el cielo me da su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por inculcarme que con perseverancia y paciencia todo se puede lograr, estar presente en todo momento, especialmente en aquellos más difíciles, enseñarme que nunca hay que darse por vencido y su infinito amor.

A mi familia, en especial a mis abuelos, por su constante apoyo, valores con los cuales enfrentar la vida y cariño.

A Eduardo, que con su amor y paciencia me ha apoyado estos años, me ha acompañado en los buenos y malos momentos e impulsado para alcanzar esta meta.

A los docentes de operatoria clínica Dr. Javier Martin, Dr. Gustavo Moncada, Dra. Patricia Cisternas y Dra. Gloria Xaus, por su gran ayuda, paciencia, vocación y confianza.

A Lorena Núñez y Vanessa Rivas, con quienes trabajé intensamente para llevar a cabo el proyecto de blanqueamiento, y hoy nos permite culminar esta etapa de nuestra formación profesional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
MARCO TEÓRICO	9
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	26
MATERIAL Y MÉTODO	28
RESULTADOS	38
DISCUSIÓN	46
CONCLUSIÓN	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO N°1	58
ANEXO N°2	65

RESUMEN

Introducción: el blanqueamiento en la consulta con peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en alta concentración ha reportado óptimos resultados en el cambio del color dental, pero tales concentraciones presentan mayores efectos adversos comparados con el uso de menores concentraciones. Actualmente, nuevos agentes blanqueadores que contienen H_2O_2 en baja concentración con dióxido de titanio (TiO_2) podrían potenciar su efectividad a través de procesos fotocatalíticos. Es por esto que, el siguiente estudio tuvo por propósito comparar la efectividad clínica en cuanto a la variación de color de dos sistemas de blanqueamiento de diferente concentración, H_2O_2 al 35% y H_2O_2 al 15% con TiO_2 , ambos activados por luz.

Material y método: 71 voluntarios de ambos sexos, que cumplieran con criterios de inclusión y exclusión, fueron asignados aleatoriamente a dos grupos de tratamiento. Grupo 1: H_2O_2 al 15% con TiO_2 (Lase Peroxide Lite, DMC), Grupo 2: H_2O_2 al 35% (Lase Peroxide Sensy, DMC), ambos activados con luz LED/Laser (Whitening Lase Light Plus). El cambio de color fue detectado a través de espectrofotometría mediante la variación total de color (ΔE), y en escala Vita Classical (VC), para ello se realizó un registro previo, post-tratamiento y en un control a los 7 días. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante el test de Mann Whitney.

Resultados: En el registro post-tratamiento el Grupo 1 presentó mayor promedio de variación total de color (ΔE) y en escala Vita Classical (VC), $\Delta E=3,81 \pm 1,6$ y $VC=2,16 \pm 2,36$, respecto al Grupo 2 $\Delta E=3,77 \pm 2,02$, y $VC=1,76 \pm 2,01$ siendo esta diferencia no significativa ($p\Delta E=0,301$ y $pVC=0,315$). En tanto, a los 7 días el Grupo 2 obtuvo mayor promedio de variación total de color $\Delta E=2,62 \pm 1,67$ y según Vita Classical $VC=1,95 \pm 1,78$ mientras que el Grupo 1 obtuvo un $\Delta E= 2,36 \pm 1,24$ y $VC= 1,82 \pm 2,56$, encontrándose diferencia no estadística ($p\Delta E=0,771$ $pVC=0,477$).

Conclusiones: el sistema basado en H_2O_2 al 15% con TiO_2 presentó similar variación de color post-tratamiento y a los 7 días comparado con la aplicación de H_2O_2 al 35%, ambos aplicados en una sesión clínica.

INTRODUCCIÓN

La estética dentro de la odontología moderna juega un rol importante tanto para dentistas como para pacientes, siendo en estos últimos la percepción del color de sus dientes, un valorado componente a considerar dentro del tratamiento. Así se refleja en un estudio realizado en Estados Unidos, donde 34% de la población adulta declara estar insatisfecha con el color de sus dientes. (Joiner, 2006)

El color intrínseco o natural del diente se asocia con la propiedad de los tejidos duros de reflejar y absorber la luz siendo la dentina la principal responsable del verdadero cambio en las propiedades ópticas del color. (McCaslin y cols, 1999; Minoux y Serfaty, 2008)

Existen diversos factores que pueden provocar un cambio en el color de los dientes. Se han descrito principalmente dos tipos de tinciones o pigmentaciones, las que son usualmente clasificadas según su ubicación en la estructura dentaria. (Watts y Addy, 2001; Minoux y Serfaty, 2008; Sulieman, 2008)

Las pigmentaciones intrínsecas son causadas por la incorporación de material cromóforo al interior del esmalte o la dentina, producidas durante la odontogénesis o después de la erupción y son inducidas principalmente por desordenes genéticos, medicamentos o traumas, (Minoux y Serfaty, 2008) mientras que, las pigmentaciones extrínsecas son cromóforos que se depositan en la superficie del esmalte, (Sulieman, 2008) causadas por efecto del tabaco, café, té, vino tinto, entre otras. (Dahl y Pallesen, 2003)

Las pigmentaciones alteran el color dental, el cual puede ser mejorado por diversos métodos que incluyen: pastas dentales, profilaxis profesional, microabrasión del esmalte y blanqueamiento dental. Dependiendo de la vitalidad de la pieza, hay dos técnicas que se pueden emplear: blanqueamiento intracoronario en piezas con tratamiento endodóntico previo, o extracoronario en piezas vitales. (Sarrett, 2002; Dahl y Pallesen, 2003; Joiner, 2006)

El blanqueamiento dental es uno de los procedimientos más populares dentro de la práctica clínica, por ser fácil, eficaz y seguro al ser correctamente

aplicado, (Sulieman y cols, 2005; Kihn, 2007) además de ser mucho más conservador al compararlo con otros tratamientos en base a resinas compuestas, carillas o coronas de porcelana. (Al Shethri y cols, 2003; Minoux y Serfaty, 2008)

Numerosos estudios en la literatura han descrito métodos de blanqueamiento en piezas vitales, utilizando diferentes modos de aplicación, tiempo de aplicación, agentes blanqueadores, concentración, y forma de activación que puede ser por luz o calor. (Sarrett, 2002; Joiner, 2006)

De las alternativas terapéuticas de blanqueamiento dental, se cuenta principalmente con tres modalidades de aplicación: blanqueamiento con productos de libre adquisición, sin supervisión; blanqueamiento en el hogar con cubetas supervisado por el dentista; y blanqueamiento en la consulta, donde se realiza con un agente en alta concentración, disminuyendo el tiempo de aplicación. (Joiner, 2006; Joiner, 2007; Minoux y Serfaty, 2008)

El blanqueamiento en la consulta, permite que pacientes con dientes vitales con alteración del color puedan ser tratados exitosamente. Esta forma es una alternativa apropiada respecto a la aplicación en el hogar, especialmente en casos de disconformidad del paciente con el uso de cubetas, con pigmentaciones severas, alteraciones de un solo diente, o si se requiere de un tratamiento rápido. (Buchalla y Attin, 2007)

Dentro de las ventajas del blanqueamiento en clínica se cuenta con mejor control por parte del odontólogo, protección de los tejidos blandos, prevención de la ingestión accidental, menor tiempo total de tratamiento y un mayor potencial de resultados inmediatos, lo cual puede mejorar la satisfacción y motivación del paciente. (Luk y cols, 2004)

El agente blanqueador más frecuentemente utilizado en la consulta es el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en concentración entre 30 y 35%, (Tavares y cols, 2003; Buchalla y Attin, 2007) por períodos de tiempo relativamente cortos, (McCaslin y cols, 1999; Joiner, 2007) y a menudo con el uso de fuentes de luz o calor para acelerar el proceso. (Dahl y Pallesen, 2003)

Se ha visto que los resultados clínicos son dependientes tanto de la

concentración del producto como del tiempo de contacto con la superficie dentaria. (Heymann, 2005; Joiner, 2006) Según Sulieman y cols. para obtener resultados similares existe una relación exponencial entre la concentración de peróxido de hidrógeno y el número de aplicaciones. (Sulieman y cols, 2004)

Además del efecto blanqueador del H_2O_2 , se han descrito efectos no deseables sobre la estructura dentaria y la mucosa oral, principalmente sensibilidad dental e irritación gingival. Alteración de la superficie del esmalte y efectos sobre materiales restauradores también han sido reportados. (Dahl y Pallesen, 2003) La mayoría de estos efectos locales son dependientes de la concentración del producto a ser aplicado. (Goldberg y cols, 2010)

Es por ello que, con el fin de lograr resultados clínicos satisfactorios utilizando la menor concentración posible de peróxido, se han buscado formas de acelerar la degradación del agente blanqueador, aumentando la liberación de radicales libres para descomponer los pigmentos presentes en la estructura dentaria. De esta forma se reduciría el tiempo de aplicación, disminuyendo la duración del tratamiento, y los efectos adversos derivados del procedimiento. (Buchalla y Attin, 2007; Marson y cols, 2008)

Recientemente se han introducido al mercado nuevos agentes blanqueadores en base a peróxido de hidrógeno en baja concentración (3,5% y 15%), que contienen como fotocatalizador dióxido de titanio, el cual es activado por luz visible. El blanqueamiento ocurre por la generación de radicales hidroxilo, producto de la fotocatálisis vía dióxido de titanio, obteniendo un efecto similar a la utilización de un peróxido en alta concentración. (Suemori y cols, 2008^a)

Con la utilización de nano partículas de dióxido de titanio, catalizado por luz, se reduce la concentración de peróxido de hidrógeno, con la optimización del blanqueamiento y una significativa reducción en la aparición de sensibilidad durante la exposición al agente blanqueador y después del procedimiento. (Sulieman y cols, 2004; Suemori y cols, 2008^b)

MARCO TEÓRICO

1. Percepción del color

El color es una sensación psicofísica que se genera en el cerebro y resulta cuando los fotorreceptores de la retina responden a la luz reflejada de un objeto. La luz al incidir en un objeto puede ser reflejada, refractada, dispersada, o absorbida. (Westland, 2004)

El sistema visual humano es un órgano especializado en la captación de imágenes obtenidas a partir de una radiación electromagnética llamada luz, que corresponde a un estrecho segmento de todo el espectro, situado entre las longitudes de onda de 400 y 800 nm aproximadamente, 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)

Albert Munsell, describió el color como la combinación de tres dimensiones: (Watts y Addy, 2001; Kuehni, 2002; Fondriest, 2003; Moscardó y Alemany, 2006)

- Hue, tono o matiz: cualidad de distinguir una familia de colores de otra, directamente relacionada con la longitud de onda reflejada.
- Value, valor o luminosidad: cantidad de luz que es reflejada desde un objeto, se corresponde a las tonalidades de gris comprendidas entre un valor máximo, el blanco, y otro mínimo, el negro.
- Chroma, 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.

1.1 Color dental

El color intrínseco del diente está asociado con las propiedades de dispersión y absorción de la luz, siendo las propiedades de la dentina las que determinan primeramente el color general del diente, pero influenciado por el color, translucidez, grado de calcificación y espesor del esmalte. (Meireles y cols, 2008; Sulieman, 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 de tinciones intrínsecas y/o extrínsecas. (Joiner, 2006; Luo y cols, 2009)

1.2 Tinciones dentarias

Cualquier cambio de las estructuras que componen el diente durante su formación, desarrollo o post erupción pueden causar un cambio en las propiedades de transmisión y reflexión de la luz, y por lo tanto, algún defecto en el color dental. (Watts y Addy, 2001; Minoux y Serfaty, 2008; Sulieman, 2008)

Las decoloraciones o pigmentaciones son resultado de variadas y complejas causas que son usualmente clasificadas según su localización en la estructura dentaria en intrínsecas y extrínsecas, y se ha descrito una tercera categoría, tinciones internalizadas. (Sulieman, 2008)

1.2.1 Tinciones intrínsecas

Ocurren por un cambio molecular, en la composición estructural, o en el espesor del esmalte, la dentina, o ambos. Su origen puede ser pre o post eruptivo. (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, 2008)

1.2.2 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)

Las pigmentaciones extrínsecas pueden ser divididas en dos categorías:

Directas: los cromóforos se incorporan a la superficie dental produciendo una tinción a partir de su color esencial. La principal fuente son los polifenoles derivados de la dieta presentes en el té, café, tabaco, vino y algunos vegetales.

Algunos líquidos como enjuagues o medicamentos son incorporados por la placa bacteriana o la película adquirida.

Indirectas: son producto de la interacción química del cromóforo con otro compuesto que produce el cambio de color. Se asocia al uso de antisépticos catiónicos como la clorhexidina y sales de metales polivalentes presentes en suplementos de hierro, o por exposición laboral. (Sulieman, 2008)

1.2.3 Tinciones internalizadas

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

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

2. Medición del color en odontología

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

2.1 Registro visual del color

Dentro de los métodos subjetivos, el análisis por comparación con un standard es lo más común en odontología, pero presenta numerosos factores que influyen el proceso, (Luk y cols, 2004) estos intervienen todos a la vez, de tal manera que deben ser tomados en cuenta todos ellos simultáneamente. (Moscardó y Alemany, 2006)

Dentro de los factores que influyen la toma de color clínico se encuentran: fatiga cromática del ojo y escasa memoria cromática, por lo que dos objetos deben ser observados en no más de 5 segundos, simultáneamente y muy próximos para poder apreciar si el color es igual o diferente. Respecto a la

naturaleza de la fuente de luz que ilumina la clínica, la ideal es aquella más próxima a la luz solar diurna, y las paredes de la consulta deben ser colores neutros, ya que aquellos muy fuertes pueden influir en la percepción del color. (Moscardó y Alemany, 2006; Gonçalves Assunção y cols, 2009)

Por otro lado, existen tantas guías de color como fabricantes, las que a su vez se organizan de diversas maneras, así las guías Vita Classical y Chromascop, son ordenadas por grupos de tonalidades. Sin embargo, la tendencia actual es ordenarlas en base a la luminosidad, dado que nuestro ojo es más sensible a cambios de claridad que a diferencias de tonalidad. (Moscardó y Alemany, 2006). En diversos estudios de comparación de color se ha utilizado la Tabla 1, donde el fabricante de Vita ha ordenado las tablillas de colores Vita Classical según luminosidad. (Tavares y cols, 2003; Luk y cols, 2004; Meireles y cols, 2008; Ontiveros y Paravina, 2009).

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Más claro ← → Más oscuro </div>															
B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3,5	B4	C3	A4	C4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Tabla 1: Ordenación de los colores de la guía Vita Classical en función de su mayor o menor luminosidad

2.2 Registro instrumental del color

Dada la gran subjetividad que domina el proceso de toma de color, hay una serie de instrumentos electrónicos destinados a objetivar y facilitar el proceso, de forma de realizarlo de manera más precisa, fiable y repetible. (Moscardó y Alemany, 2006) 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)

Los colorímetros miden las áreas de longitudes de ondas del espectro de luz visible. Son útiles en cuantificar las diferencias de color, pero factores tales como curvatura de la superficie del diente, translucidez, color dental no uniforme, envejecimiento de filtros, y metamerismo pueden afectar al rendimiento de estos instrumentos. (Sarafianou y cols, 2012)

Los espectrofotómetros registran la luz visible en pequeños intervalos de longitudes de onda entre 380 y 720nm. Son útiles en la medición superficial del color. (Sarafianou y cols, 2012) Una interesante aplicación de estos aparatos es la valoración del color que presentan los dientes antes de ser blanqueados y la cuantificación de la modificación producida durante el tratamiento, (Bertone y Zaiden, 2008) ya que el efecto sobre el diente es variable, y diferencias mínimas no son detectadas visualmente. (Papathanasiou y cols, 2002; Moscardó y Alemany, 2006) Al comparar la observación del ojo humano, respecto a los espectrofotómetros se ha encontrado que estos últimos ofrecen un aumento de 33% en la precisión y objetividad, con una coincidencia de color en un 93,3% de los casos. (Chu y cols, 2010)

Estudios *in vivo* e *in vitro* que examinaron el color del diente sugieren que la determinación espectrofotométrica de color es más exacta y reproducible que el método visual, (Sarafianou y cols, 2012) y cuando se compararon tres espectrofotómetros, el área de medición del espectrofotómetro SpectroShade™ “Micro” fue el más repetible en condiciones clínicas. (Dozic y cols, 2010)

La principal ventaja es la eliminación de la subjetividad, dado por la incorporación de una fuente de luz que les permite no depender de las condiciones de iluminación del entorno, posibilidad de estandarizar la toma mediante posicionamiento que mejora la reproductividad del mismo, y ser calibrados cada vez que se emplean. (Ingle, 2002; Amengual-Lorenzo y cols, 2005) Sin embargo, su elevado costo económico, y en ocasiones la complicación técnica restringe su uso, manteniéndose en el ámbito de la investigación. (Moscardó y Alemany, 2006)

El uso de cámara digital es eficiente y fácil, puede ser un ideal complemento para el clínico o el laboratorista, pero por si solo no es un buen método para evaluar cambios. Puesto que factores como la iluminación o cambio en el ángulo de la imagen alteraran la captación del color por parte de la cámara, sin embargo al combinarla con un apropiado protocolo de calibración tiene un potencial uso en procesos de replicación del color. (Sood y cols, 2011)

3. Espacio cromático CIE 1976 (CIELab)

En los sistemas digitales el color es expresado en el espacio de color en

términos de Commission International de l'Eclairage (CIE) $L^* a^* b^*$.

El sistema CIE Lab, representa un espacio cromático tridimensional, donde los ejes están representados por las coordenadas L^* , a^* y b^* . Este espacio cuenta con un eje vertical L^* que es la medida de la luminosidad de un objeto, su cuantificación va de 0 para negro a 100 para blanco. Además, dos ejes horizontales que reflejan las coordenadas a^* y b^* , el valor a^* es la medida de rojo (cuando a^* es positivo) o verde (cuando a^* es negativo), y el valor b^* es la medida del amarillo (cuando b^* es positivo) o azul (cuando b^* es negativo). (Al Shethri y cols, 2003; Luk y cols, 2004; Joiner, 2006; Meireles y cols, 2008)

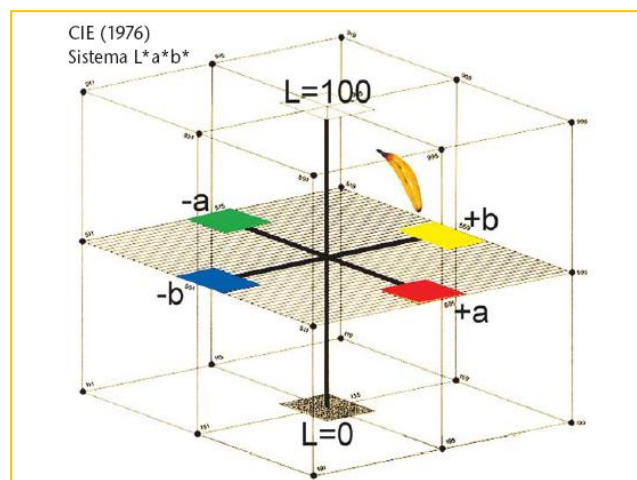


Figura 1: Espacio cromático $L^* a^* b^*$ con el eje vertical L (value) y los ejes horizontales de color a^* y b^* . Estos últimos definen el plano del color, en el que la intensidad cromática (chroma) aumenta radialmente hacia fuera a partir de la ausencia de color central. El plátano marca la posición y la forma del espacio cromático de los dientes naturales. (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004)

En este espacio se encuentran todos los colores visibles para el ojo humano. A media altura del eje central vertical, se encuentran, el eje a^* con los colores verde y rojo y el eje b^* con los colores azul y amarillo. Los colores se desarrollan desde el eje central hacia la periferia, ganando progresivamente en saturación. Cuanto más alto esté localizado el plano cromático en el eje vertical, más claros parecen estos colores y cuanto más descienden, resultan más oscuros. (Fig.1) (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004; Sood y cols, 2011)

La forma del plátano simboliza aquella zona del espacio cromático en la que se encuentran los colores dentales naturales, los cuales se distinguen

mayormente por su luminosidad, por lo que dicho espacio se extiende verticalmente en relación con el eje de luminosidad L^* . Más arriba se encuentran los dientes más claros; más abajo, los dientes más oscuros. Los colores dentales más intensos se hallan en la curvatura externa del plátano, más alejada del eje central L ; los dientes con un matiz rojizo se orientan hacia el eje a^* ; los dientes con un matiz amarillento, hacia el eje b^* . (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004)

3.1 Parámetro ΔE

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 ΔE . (Fig. 2) (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004)

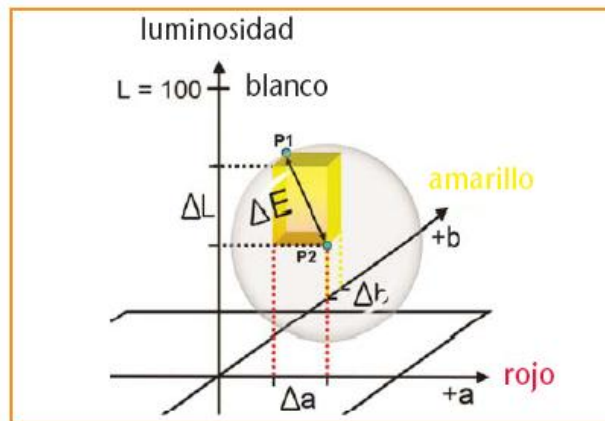


Figura 2: ΔE refleja la diferencia percibida por el ojo humano entre los colores localizados en los puntos P1 y P2. La diagonal entre los puntos P2 y P1 corresponde a la distancia cromática y es expresada con ΔE . Los valores de ΔE por debajo de 2 son difícilmente reconocidos por el ojo humano como una diferencia entre colores. La máxima distancia posible en el espacio cromático $L^*a^*b^*$ asciende a $\Delta E = 387$. (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004)

Para la obtención de la fórmula ΔE , tres puntos de referencia son usados, los cuales han sido integrados en el siguiente cálculo matemático:

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

donde, ΔL^* , Δa^* , Δb^* indica la diferencia de cada una de las coordenadas

$$\Delta L^* = L^*2 - L^*1,$$

$$\Delta a^* = a^*2 - a^*1,$$

$$\Delta b^* = b^*2 - b^*1$$

Las coordenadas del color inicial se representan con los valores L^*1 , a^*1 y b^*1 , mientras que, las coordenadas del color final corresponden a los valores L^*2 , a^*2 y b^*2 . Por lo tanto, el valor ΔE corresponde a la diferencia total del color en los tres ejes: L^* , a^* y b^* .

De la fórmula matemática, se deriva que ΔE indica la magnitud absoluta de la distancia cromática entre un color y otro, pero no expresa en qué dirección se orienta la desviación del color de la muestra. (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004)

4. Blanqueamiento dental

En odontología el blanqueamiento dental es una opción de tratamiento estético conservador, ampliamente utilizado en el último tiempo, y solicitado por los pacientes en forma más masiva hace no más de 25 años. (ADA council, 2009)

El primer reporte fue realizado por Truman en 1864, en dientes no vitales. A partir de entonces se comenzaron a emplear gran variedad de agentes como cloruros, hipoclorito de sodio, perborato de sodio y peróxido de hidrógeno. (Dahl y Pallesen, 2003)

En 1961, se ideó una forma de blanqueamiento ambulatorio utilizando una mezcla de perborato de sodio con agua que se depositaba en la cámara pulpar dejándolo sellado, para ser removido entre sesiones. Dos años más tarde, la mezcla fue reemplazada por peróxido de hidrógeno al 30 – 35% con agua, a fin de aumentar el efecto blanqueador, (Dahl y Pallesen, 2003) y en 1991, se modifica la técnica con la introducción de unidades de fotocurado convencionales para activar el peróxido de hidrógeno. (Sulieman, 2008)

Actualmente, el blanqueamiento en clínica generalmente contiene altas concentraciones de agente blanqueador, y es aplicado por tiempos menores respecto al uso de bajas concentraciones. (Kishi y cols, 2011) En la literatura se describen diversos métodos a utilizar para blanqueamiento en piezas vitales, ejemplo de ello son el uso de diferentes agentes blanqueadores, concentración, tiempo de aplicación, forma de aplicación y uso de activación. (Joiner, 2006; Joiner, 2007)

4.1 Agentes blanqueadores

Los principales agentes blanqueadores son el perborato de sodio, el peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno, cada uno de ellos presentan variadas concentraciones. (Bertone y Zaiden, 2008)

4.1.1 Perborato de sodio ($\text{Na}_2 \{\text{B}_2(\text{O}_2)_2(\text{OH})_4\}$)

Agente oxidante, estable en seco pero en presencia de ácido, aire tibio o agua se descompone en metaborato de sodio, peróxido de hidrógeno y oxígeno monoatómico (Fig.3). (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)

4.1.2 Peróxido de carbamida ($\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$)

Es un precursor químico que al estar en contacto con el agua o la saliva se descompone en urea y peróxido de hidrógeno (Fig.3). El peróxido de hidrógeno es considerado el agente activo, en tanto que la urea tiene un papel importante en la elevación del pH. (Joiner, 2007; Bertone y Zaiden, 2008) Las principales concentraciones disponibles de peróxido de carbamida son 35 a 40% para uso en la clínica y entre 5 a 22% para uso en el hogar. (Llambés y cols, 2011)

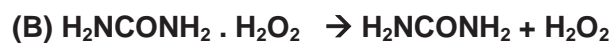
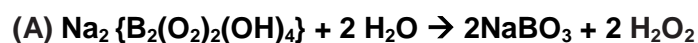


Figura 3: (A) formación de peróxido de hidrógeno a partir de perborato de sodio y (B) peróxido de carbamida. (Dahl y Pallesen, 2003)

4.1.3 Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)

Es un líquido transparente altamente soluble en agua y caustico, capaz de quemar los tejidos al contacto (Tredwin y cols, 2006) y de oxidar una amplia gama de compuestos orgánicos e inorgánicos, (Joiner, 2006) causando decoloración y por lo tanto blanqueamiento del sustrato. (Joiner, 2007). En clínica se usan concentraciones relativamente altas, 25-35% de peróxido de hidrógeno, durante tiempos relativamente cortos. (Joiner, 2006)

En definitiva, es el peróxido de hidrógeno el que a través de una reacción química inicia el proceso de degradación de moléculas complejas de elevado peso molecular, con alta tasa de absorción que reflejan una longitud de onda causante del color de la tinción, reduciéndolas a moléculas más simples, que presentan un bajo peso molecular siendo menor la tasa de absorción y consecuentemente más claras que los compuestos originales. (Dahl y Pallesen, 2003; Sulieman y cols, 2004; Gonçalves Assunção y cols, 2009)

El resultado del blanqueamiento depende principalmente de la concentración del agente blanqueador y su capacidad para descomponer las moléculas cromóforas, otros factores como duración, número de aplicaciones, (Dahl y Pallesen, 2006) fuente de luz o energía y la presencia de algunos catalíticos también deben ser tomados en cuenta, ya que, la combinación de estos pueden acelerar el proceso de blanqueamiento y resultar en una mayor eficacia en menor tiempo de tratamiento. (Kishi y cols, 2011)

De los diversos factores que determinan la eficacia del blanqueamiento, los principales son la concentración del peróxido y la duración de la aplicación. Por ejemplo, Sulieman *et al.* compararon la eficacia del blanqueamiento *in vitro*, utilizando gel de H₂O₂ en diferentes concentraciones, y encontraron que a menor concentración se requiere de más aplicaciones para obtener resultados uniformes. Similares resultados encontraron Leonard *et al.* al comparar diferentes concentraciones de peróxido de carbamida *in vitro*. Además, estudios clínicos con H₂O₂ 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)

El uso de fuentes de luz para acelerar la acción del proceso ha sido recomendado, pese a que en el pasado mostraban un incremento en la sensibilidad y reducían la estabilidad del color a largo plazo. Recientemente la combinación de sistemas blanqueadores que usan químicos catalíticos activados con luz han resultado en una disminución de la sensibilidad y una mejora en los resultados estéticos. (Marson y cols, 2008)

4.3 Mecanismo de acción de los agentes blanqueadores

Los compuestos orgánicos denominados cromóforos tienen características que los hacen reflejar longitudes de onda responsables del color de la tinción. (Bertone y Zaiden, 2008) La decoloración del cromóforo ocurre destruyendo uno o más de los dobles enlaces, mediante clivaje de la cadena conjugada, o a través de la oxidación de otros entes químicos presentes en ella, obteniendo estructuras de carbono hidrófilas, no pigmentadas y con enlaces de carbono saturados. (Joiner, 2006)

La acción del H_2O_2 está dada por la formación de radicales libres, moléculas de oxígeno reactivo y aniones peróxido de hidrógeno (Fig.4). Estas moléculas reactivas reducen los dobles enlaces de las moléculas pigmentadas dividiéndolas en cadenas más pequeñas, más difusibles y capaces de absorber menos luz pareciendo menos coloreadas. (Sulieman, 2008)

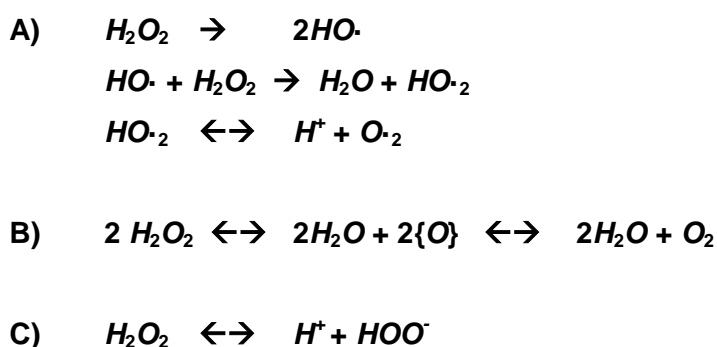


Figura 4: (A) Peróxido de hidrógeno forma radicales libres como radicales hidroxilo ($HO\cdot$), radicales perhidroxilo ($HO_2\cdot$) y aniones superóxido (O_2^-), (B) las moléculas de oxígeno reactivo que son inestables son transformadas en oxígeno, (C) y aniones peróxido de hidrógeno. (Sulieman, 2008)

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. La conjugación de dobles enlaces envuelve átomos de carbono, nitrógeno y oxígeno como dadores y representan el principal objetivo de la acción del peróxido (Fig.5). (Minoux y Serfaty, 2008)

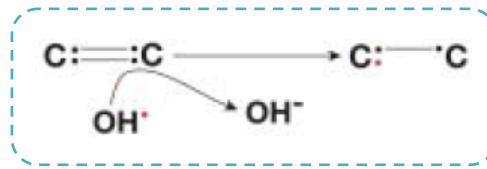


Figura 5: Rompimiento del doble enlace por el radical libre. Para estabilizar la estructura molecular, el radical libre obtiene un electrón al conjugar los dobles enlaces. (Minoux y Serfaty, 2008)

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. (Minoux y Serfaty, 2008)

Los radicales libres perhidroxilo ($\text{HO}_2\cdot$) son la especie más reactiva del blanqueamiento, su formación se ve favorecida por un alto pH, pero rara vez ocurre esta situación, ya que la vida útil del producto es adversamente afectada bajo estas condiciones. (Sulieman, 2008)

En ambiente ácido disminuye la descomposición del peróxido de hidrógeno al provocar estabilidad en el componente, mientras que, bajo condiciones alcalinas la disociación iónica da origen a la formación de anión perhidroxilo (HO_2^-), este anión por si mismo puede activar el proceso o ser dador de un electrón para iniciar la formación de radicales libres, (Minoux y Serfaty, 2008) por lo que, la velocidad de reacción es mayor, requiriendo menor energía, dando lugar a un rendimiento mejorado. (Sulieman, 2008)

También, mediante activación fotoquímica usando luz o laser, puede dar origen a radicales libres, donde la formación de radicales hidroxilos, se ve aumentada a consecuencia de la excitación directa por luz o fotólisis, lo que incrementa el rango de descomposición del peróxido de hidrógeno. (Kihn, 2007)

A fin de proveer un tratamiento más rápido y efectivo, los agentes han sido asociados con fuentes de energía. Algunos métodos para entregar la energía requerida y acelerar la reacción química han incorporado unidades de luz y/o catalíticos. Además, algunos blanqueadores contienen agentes fotosensibles y componentes diseñados para absorber energía adicional desde la fuente de luz. (Kishi y cols, 2011)

4.3 Efectos adversos

La investigación apunta al potencial efecto tóxico de los radicales libres producidos por los peróxidos utilizados en los productos blanqueadores. Los radicales libres son capaces de reaccionar con proteínas, lípidos y ácidos nucleicos causando daño celular. (Suermori y cols, 2008^a) Aún así, los estudios indican que la genotoxicidad y carcinogenicidad sólo se producen en concentraciones que no se alcanzan durante los tratamientos dentales. (Goldberg y cols, 2010)

En condiciones clínicas, la dosis utilizada para producir el blanqueamiento dental nunca genera efectos tóxicos sistémicos agudos y subagudos, sin embargo, algunos efectos adversos transitorios han sido reportados en la mucosa oral y el tracto digestivo si el producto es ingerido. (Goldberg y cols, 2010)

Los efectos locales no deseados pueden aparecer en la mucosa oral y las estructuras del diente, principalmente, sensibilidad pulpar, reabsorción cervical, alteración en la superficie del esmalte, y liberación de algunos componentes de materiales de restauración. Estos efectos son dependientes de la técnica y la concentración del producto. (Goldberg y cols, 2010)

4.3.1 Efectos sobre tejidos blandos

Una alta concentración de H₂O₂ (30-35%) tiene un efecto caustico para las membranas mucosas siendo capaz de provocar quemaduras en los tejidos, lo que se traduce en daño epitelial e inflamación del tejido conectivo subepitelial. (Dahl y Pallesen, 2003)

El blanqueamiento extracoronario, ya sea en la consulta dental o de modo ambulatorio, puede causar comúnmente irritación gingival y/o sensibilidad dental a corto plazo. Estudios clínicos han observado una alta prevalencia de irritación gingival en pacientes en quienes se usó peróxido en alta concentración cuando la protección gingival no fue adecuada. (ADA council, 2009)

4.3.2 Efecto sobre tejidos duros

Numerosos estudios han demostrado cambios morfológicos no significativos asociados al proceso blanqueador utilizando peróxido de carbamida al 10% y 20% y con H₂O₂ al 35%. Sin embargo, otros estudios han descrito alteraciones morfológicas leves del esmalte luego de utilizar peróxido de carbamida al 10% y H₂O₂ al 35%, tales como cambios en la rugosidad superficial, fisuras más profundas y un pequeño aumento de la porosidad, de acuerdo a este estudio, las alteraciones fueron proporcionales al tiempo de tratamiento y concentración del peróxido usado, (Minoux y Serfaty, 2008) pese a esto, el efecto sobre la estructura dentaria y los cambios morfológicos en los primeros 25 micrones externos del esmalte son clínicamente insignificantes. (Sulieman, 2008)

Dos revisiones de la literatura concluyen que la variabilidad de los resultados se explica por la metodología de los estudios revisados, principalmente dados por el tipo de diente empleado, tiempo de exposición, composición del producto, y en especial, el pH de la solución. Las formulaciones comercialmente disponibles varían su pH de altamente ácido (pH 3,67) a muy básico (pH 11,13), de tal forma que alteraciones superficiales y de microdureza se atribuyen principalmente al pH ácido de la formulación empleada. (Minoux y Serfaty, 2008; Sulieman, 2008)

4.3.3 Sensibilidad dental

La sensibilidad dental es el más frecuente efecto adverso del blanqueamiento en piezas vitales, refleja un estado de pulpitis, el cual es usualmente reversible después del tratamiento (Alomari y El Daraa, 2010), aún no hay estudios que reporten efectos pulpares irreversibles. (Minoux y Serfaty, 2008)

La sensibilidad durante el blanqueamiento ha sido explicada en base a tres conceptos: teoría hidrodinámica de Brännström, flujo de fluido dentinario causado por estímulos osmóticos, y difusión del peróxido a través del esmalte y la dentina hacia la pulpa. Si bien, estos conceptos han sido bien aceptados, la sensibilidad durante el blanqueamiento es un fenómeno multifactorial y no depende exclusivamente del uso de un determinado producto blanqueador, pero mayores concentraciones de agente blanqueador causan más sensibilidad que bajas concentraciones. (Hewlett, 2007)

4.3.4 Efecto sobre materiales restauradores

El proceso blanqueador puede aumentar la solubilidad del vidrio ionómero y otros cementos, (Tredwin y cols, 2006) además de reducir la fuerza de adhesión entre esmalte y materiales resinosos en las primeras 24 horas. Esto se debe a la presencia de peróxido residual o sustancias liberadas del peróxido que inhiben la polimerización, sin embargo, luego de 24 horas no existe diferencia con muestras de esmalte no blanqueadas. (Titley y cols, 1991)

El blanqueamiento intracoronario podría inducir reabsorción cervical externa de manera impredecible, (Goldberg y cols, 2010) cuya causa se ha atribuido a una combinación de factores como antecedente de trauma, concentración del peróxido, pH del agente y uso de calor. (Suliman, 2008)

La mayoría de estos efectos locales son dependientes de la técnica y concentración del producto utilizado, pero como los resultados del blanqueamiento obtenido no son estables, repetitivas aplicaciones pueden fomentar estos efectos adversos. (Goldberg y cols, 2010)

5. Oxidación avanzada y fotocátalisis

La oxidación avanzada se basa en la generación de radicales hidroxilos, el cual es el principal agente responsable de la oxidación de numerosos contaminantes orgánicos. Entre las diferentes formas de generar estos radicales se encuentran: ozono con luz ultravioleta, peróxido de hidrógeno con luz ultravioleta, y fotocátalisis. (Laoufi y cols, 2008)

La fotocátalisis heterogénea, es uno de los procesos de oxidación avanzada, la cual ha sido objeto de investigación intensiva durante los últimos años ya que permite la degradación de las moléculas orgánicas en solución. Se basa en el uso de un semiconductor como catalizador, el cual es activado por luz UV. (Fabbri y cols, 2009)

Un fotocatalizador ampliamente estudiado es el dióxido de titanio (TiO_2), el cual se presenta en tres estructuras cristalinas: anatasa, rutilo y brookita. La forma anatasa del dióxido de titanio es ampliamente usado como catalizador. El proceso consiste en la oxidación del TiO_2 por luz UV ($\lambda \leq 400 \text{ nm}$), (Laoufi y

cols, 2008) con un rango de energía de 3.2 eV que permite la oxidación de muchos compuestos orgánicos. (Marín y cols, 2008)

5.1 Dióxido de titanio

El dióxido de titanio posee propiedades fotoconductoras y fotocatalíticas que lo presentan como uno de los óxidos más investigados y prometedores en los procesos de oxidación avanzada, y por tanto, de mayor impacto en la degradación de azo-colorantes, oxidación de compuestos orgánicos volátiles y degradación de compuestos orgánicos clorados, entre otras. (Hernández y cols, 2008)

Es el fotoconductor más usado debido a que es química y biológicamente inerte, no es tóxico, estable a la corrosión, abundante y económico. (Ibhadon y cols, 2008; Marín y cols, 2008) Además, sus características texturales, estructurales, en conjunto con su cristalinidad, (Hernández y cols, 2008) alta durabilidad, y alto potencial de oxidación desempeñan un papel importante dentro de cualquier proceso catalítico, lo que asegura una aplicabilidad general a una amplia gama de sustratos. (Yamaguchi y cols, 2010)

Intensamente estudiado por sus aplicaciones en los campos de la fotocatalisis, conversión de la energía solar, pinturas, cosméticos, (Hwang y cols, 2005) y destrucción cuantitativa de los contaminantes químicos del aire y el agua. (Ibhadon y cols, 2008) Sin embargo, requiere la irradiación de luz ultravioleta, por lo que ha sido modificado a partir del original para ser fotocatalizado por luz visible, ampliando el rango de absorción, (Geng y cols, 2009) especialmente con bajas longitudes de onda. (ADA council, 2009)

5.2 TiO₂ en agentes blanqueadores

Se ha estudiado experimentalmente soluciones conteniendo solo H₂O₂ o TiO₂, donde se obtuvieron pequeños cambios en el blanqueamiento resultante, al contrario, cuando estos fueron combinados los resultados se incrementaron dramáticamente, ya que se produjo una mayor producción de radicales libres. (Suyama y cols, 2009)

Una solución conteniendo H₂O₂ con TiO₂ reacciona no sólo con luz ultravioleta

(<380nm), sino también con luz visible (380-520nm), la cual posee las mismas longitudes de onda usadas en algunas unidades dentales de fotocurado. (Suyama y cols, 2009)

Recientemente se ha desarrollado una nueva generación de agentes blanqueadores para uso en la consulta, empleando una solución de peróxido de hidrógeno de baja concentración conteniendo dióxido de titanio. Estos nuevos agentes contienen sólo 3,5% y 15% de H₂O₂, siendo el blanqueamiento incrementado por la generación de radicales hidroxilos, dependiente de procesos oxidativos avanzados, generados por la acción fotocatalítica del dióxido de titanio irradiado con luz visible entre el rango violeta a azul. (Suemori y cols, 2008^b; Bortolatto y cols, observaciones no publicadas)

La actividad del anterior agente depende fuertemente de las propiedades de absorción de la luz, bajo tales condiciones el efecto blanqueador es similar al peróxido de hidrógeno convencional de uso en clínica. (Suemori y cols, 2008^a)

La utilización de peróxido de hidrógeno con la adición de dióxido de titanio sería 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, observaciones no publicadas)

HIPÓTESIS

El agente blanqueador basado en peróxido de hidrógeno al 15% con dióxido de titanio logra un blanqueamiento similar al peróxido de hidrógeno al 35%, ambos activados por luz, en una sesión clínica.

OBJETIVO GENERAL

Comparar el resultado obtenido con dos sistemas de blanqueamiento dental de uso clínico en base a peróxido de hidrógeno en piezas vitales tras la aplicación de una sesión en la consulta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinar el color inicial de las piezas dentarias a blanquear
- 2) Determinar el color obtenido terminada la sesión de blanqueamiento
- 3) Determinar el color obtenido a 7 días de realizada la sesión de blanqueamiento
- 4) Determinar la variación total de color post-tratamiento para cada uno de los grupos
- 5) Determinar la variación total de color a 7 días de realizado el tratamiento para cada uno de los grupos
- 6) Comparar la variación total de color post-tratamiento entre ambos grupos
- 7) Comparar la variación total de color obtenida a 7 días de la sesión de blanqueamiento entre ambos grupos
- 8) Determinar la variación de color según escala Vita Classical post-tratamiento para cada uno de los grupos
- 9) Determinar la variación de color según escala Vita Classical a 7 días de realizado el tratamiento para cada uno de los grupos
- 10) Comparar la diferencia de color según Vita Classical post-tratamiento entre ambos grupos
- 11) Comparar la diferencia de color según Vita Classical a 7 días de la sesión de blanqueamiento entre ambos grupos

MATERIAL Y MÉTODO

En el siguiente ensayo clínico controlado aleatorio doble ciego, se incluyeron 71 voluntarios de ambos sexos, que cumplieron con los siguientes criterios:

Criterios de inclusión

- Pacientes que presentaron todos sus dientes anteriores sanos, o que presentaran restauraciones palatinas de tamaño pequeño
- Sin experiencia previa de blanqueamiento dentario
- Buena higiene oral
- Sin lesiones cervicales
- Sin síntomas de dolor.

Criterios de exclusión

- Pacientes embarazadas o en periodo de lactancia
- Dientes manchados por tetraciclina o fluorosis
- Hipoplasias del esmalte grado TF3 ó más
- Mal posiciones dentarias o en tratamiento de ortodoncia con aparatos fijos
- Pacientes con patología periodontal.

Cada persona que participó voluntariamente en el estudio, fue informada detalladamente sobre el objetivo del proyecto, beneficios y posibles efectos adversos que éste presenta. Recibió un consentimiento informado, el cual fue explicado, y se respondieron las preguntas que surgieron de éste. El consentimiento debió ser firmado en dos copias, una de ellas destinada al paciente mientras que la otra al equipo investigador. (Anexo N° 1)

Diseño experimental

Cada voluntario fue ingresado al estudio mediante una ficha clínica con la historia médica y evolución de cada sesión. (Anexo N° 2)

Al inicio se realizó una profilaxis dental con escobilla de copa blanda montadas en contrángulo y pasta acuosa de piedra pómez de los dientes a tratar.

Un examinador hizo el registro inicial del color dental mediante el uso de espectrofotómetro digital donde se capturaron imágenes de ambos incisivos centrales superiores.

Registro de imágenes con espectrofotómetro digital SpectroShade™ “Micro” (MHT S.p.A.- Medical High Technologies, Italy)

1. se realizó una calibración inicial del aparato para blanco y verde siguiendo las indicaciones de la pantalla de visualización



Figura 6: espectrofotómetro digital SpectroShade™ Micro. Calibración para blanco y verde.

2. se capturaron las imágenes posicionando el SpectroShade™ en ángulo recto a la superficie vestibular de los incisivos centrales superiores, y dirigiéndolo hacia la línea de la encía, con las arcadas entreabiertas. Cuando los dientes objetivo se ubicaron en la posición deseada, se presionó la tecla de medida para obtener el registro. Al finalizar una correcta operación, el instrumento emite una señal sonora, y, en la pantalla aparece una luz verde y el mensaje “Medición correcta”.



Figura 7: captura de imágenes con espectrofotómetro SpectroShade™ Micro.

Realizado el registro inicial, los pacientes fueron asignados aleatoriamente en dos grupos de tratamiento mediante el software NCSS PASS 2008 v08.0.15.

Luego de completados los pasos descritos, se inició una única sesión de blanqueamiento según el grupo asignado, donde se blanquearon los dientes anteriores, de canino a canino, tanto superiores como inferiores por un operador ciego.

Grupo 1: pacientes tratados con peróxido de hidrógeno al 15% con dióxido de titanio (Lase Peroxide Lite, DMC, Sao Carlos, Brasil) activado por una fuente luminosa consistente en 6 LEDs de 470nm generadores de luz azul y 1800mW/cm² de potencia, y 3 diodos de Láser infrarrojo de 830nm y 450mW/cm² de potencia (Whitening Lase Light Plus, DMC, Sao Carlos, Brasil), siguiendo las indicaciones del fabricante.

Para comenzar se posicionó un retractor labial y se aplicó la barrera gingival, Lase Protect (DMC, Sao Carlos, Brasil), la cual fue fotopolimerizada sellando toda la zona que fue trabajada, durante todo el procedimiento se utilizaron lentes de protección para el paciente y el operador.

Realizada la mezcla del agente blanqueador se aplicó el gel sobre la superficie vestibular de los dientes. Se realizaron tres aplicaciones donde se irradió con Whitening Lase Light plus por 1 minuto y 30 segundos el arco

maxilar, en seguida, 1 minuto y 30 segundos más en el arco mandibular completando cinco ciclos. Tras ese tiempo, se removió el gel con succionador y limpió la superficie con una gasa. Se repitió la aplicación del agente dos veces. Concluida la tercera aplicación, se aspiró con succionador y lavó con abundante agua para luego remover la barrera gingival.

Grupo 2: pacientes tratados con peróxido de hidrógeno al 35% (Lase Peroxide Sensy, DMC, Sao Carlos, Brasil) activado por luz (Whitening Lase Light Plus, DMC, Sao Carlos, Brasil), siguiendo las indicaciones del fabricante.

Se posicionó un retractor labial y se aplicó la barrera gingival, Lase Protect, sellando toda la zona que fue trabajada.

Realizada la mezcla del agente blanqueador se aplicó el gel sobre la superficie vestibular de los dientes. Se realizaron tres aplicaciones donde se irradió con Whitening Lase Light plus por 1 minuto el arco maxilar, en seguida, 1 minuto más en el arco mandibular completando tres ciclos, luego se dejó en descanso por 5 minutos. Tras ese tiempo, se removió el gel con una punta aspirante y limpió la superficie con una gasa. Se repitió la aplicación del agente dos veces. Concluida la tercera aplicación, se aspiró con succionador y lavó con abundante agua.

Terminada la sesión de blanqueamiento se realizó el registro post tratamiento con espectrofotómetro.

A 7 días de realizado el tratamiento se realizó un control donde se tomaron nuevos registros de color con espectrofotómetro, siguiendo los mismos parámetros que se describieron previamente.

Recopilación de datos

Las imágenes capturadas por el espectrofotómetro digital se transfirieron a un computador, y fueron analizadas por un solo operador entrenado en el uso del programa MHT SpectroShade, v3.01.1007, el cual fue proporcionado por el fabricante.

Se creó una base de datos para cada paciente donde fueron agrupadas las imágenes correspondientes y luego fueron analizadas.

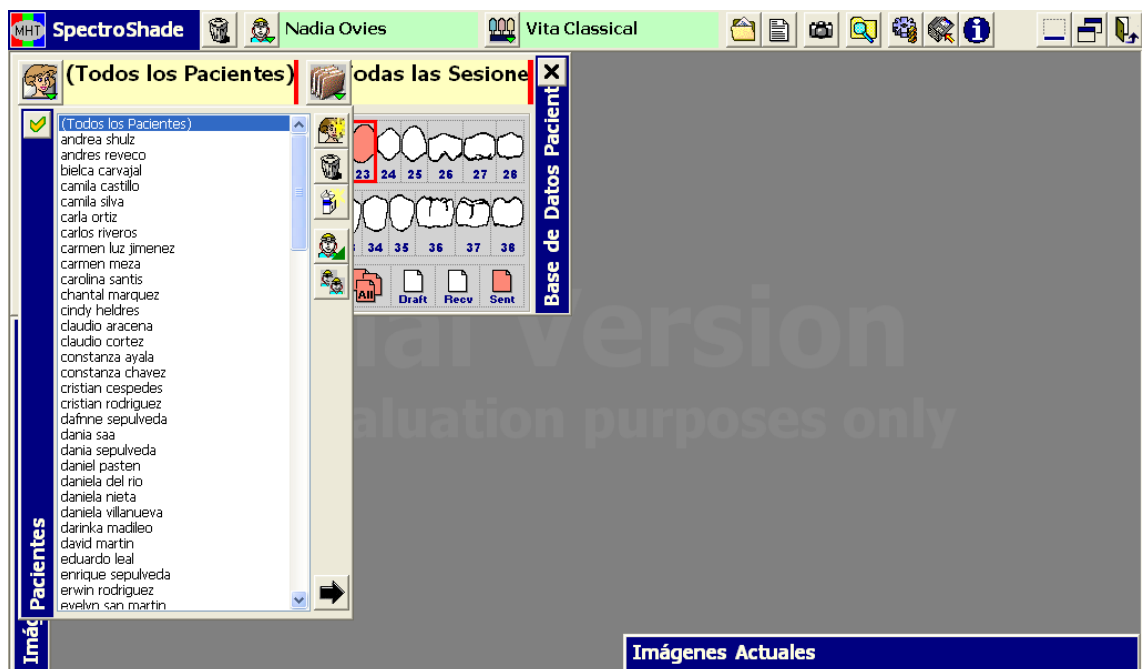


Figura 8: Programa SpectroShade™ (MHT, Italy). Base de datos.

Registro de la variación total de color (ΔE)

1. se seleccionaron las imágenes previa y posterior al tratamiento



Figura 9: Programa SpectroShade™. Selección de imágenes.

2. para una correcta medición se sincronizaron las imágenes a comparar

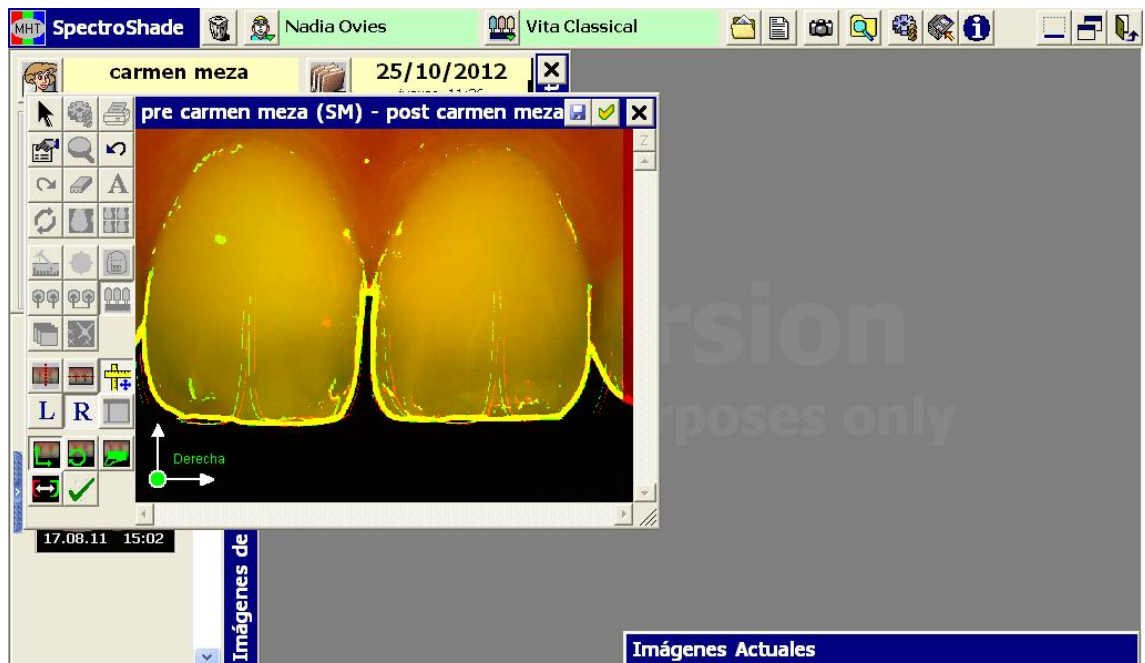


Figura 10: Programa SpectroShade™. Sincronización de imágenes.

3. se seleccionó la zona del tercio medio de la cara vestibular de los incisivos a evaluar, y se obtuvo automáticamente la variación total del color (ΔE) post-tratamiento

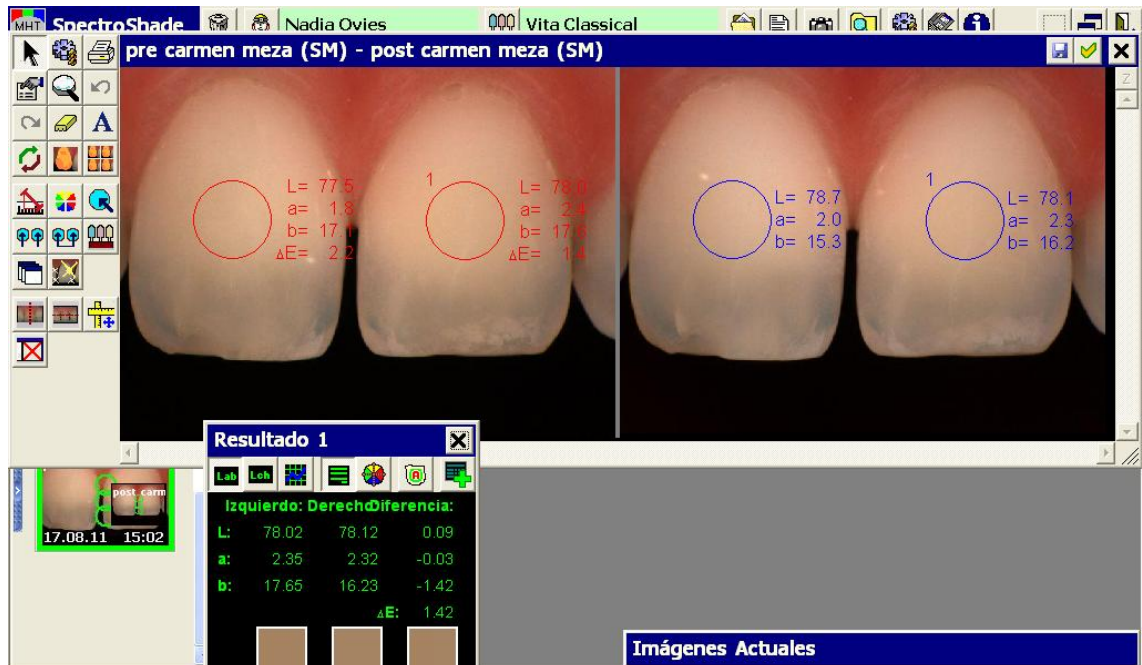


Figura 11: Programa SpectroShade™. Registro de ΔE .

4. posteriormente se seleccionaron las imágenes post tratamiento y del control a los 7 días, se sincronizaron, y se seleccionaron las áreas a evaluar, para obtener la variación total del color (ΔE) a los 7 días post-tratamiento.

Registro de la variación según escala VITA Classical

1. se seleccionó la imagen previa

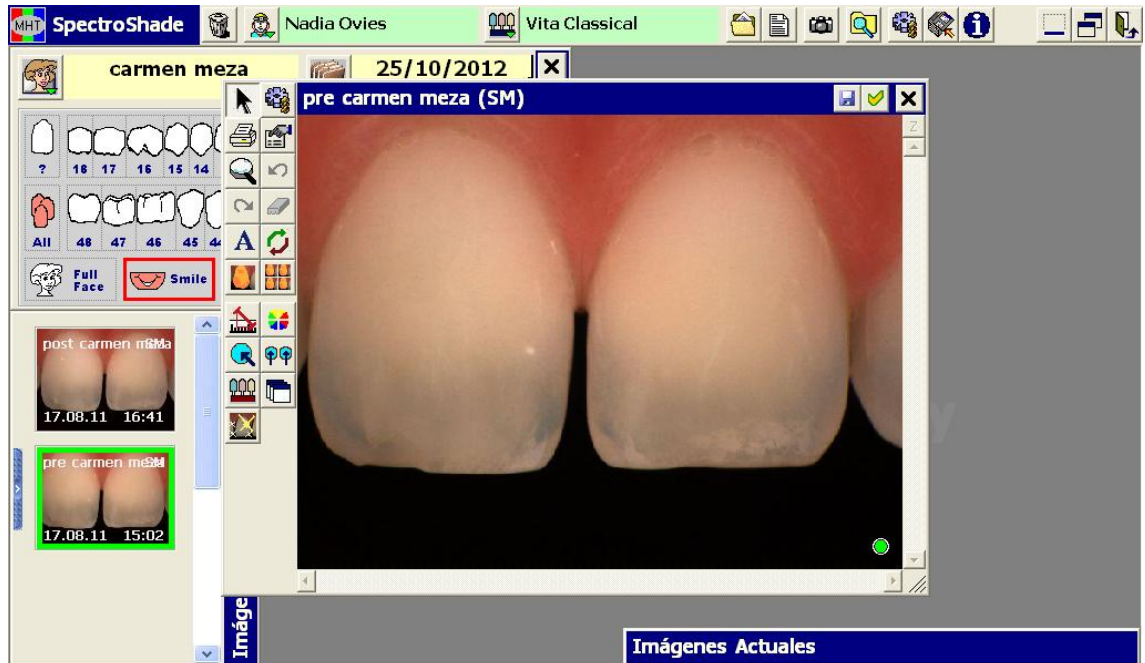


Figura 12: Programa SpectroShade™. Selección de imágenes.

2. se localizó el contorno del diente a analizar

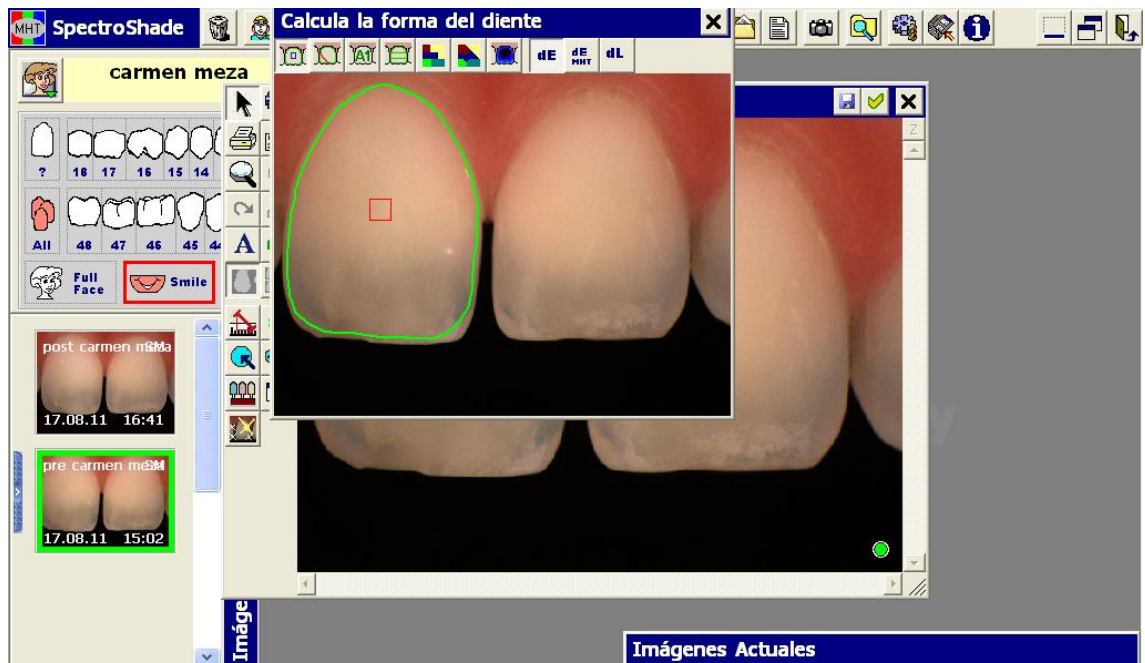


Figura 13: Programa SpectroShade™. Selección del contorno del diente a analizar.

3. se seleccionó la escala de medición VITA Classical, y se obtuvo automáticamente el registro para el diente seleccionado

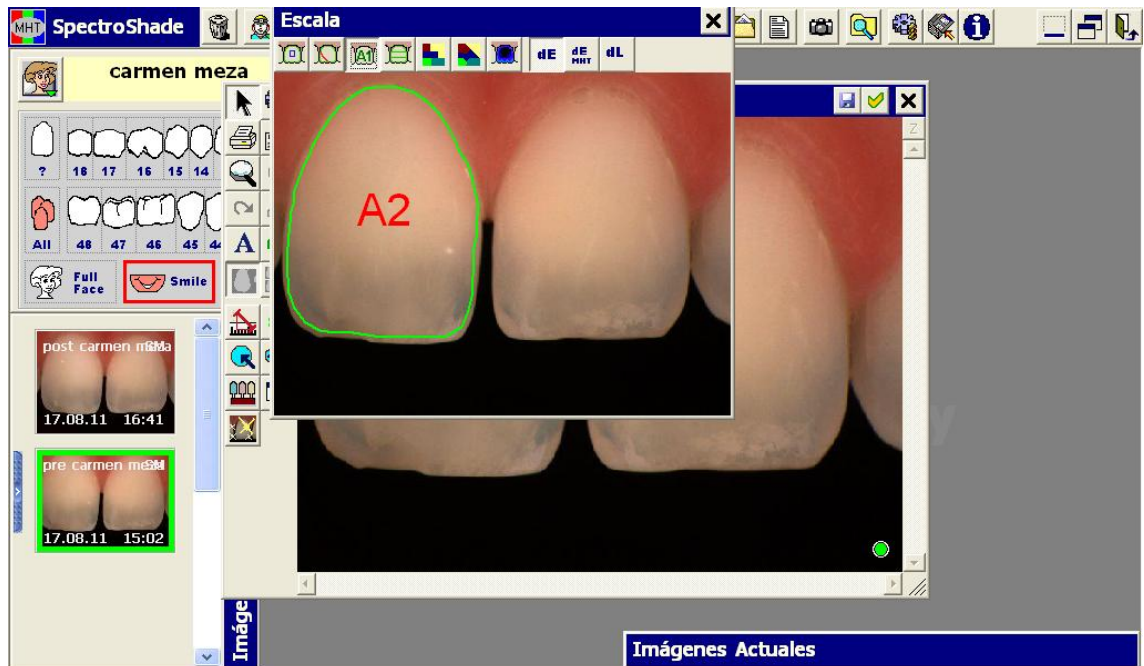


Figura 14: Programa SpectroShade™. Registro Vita Classical del diente seleccionado.

4. se repitió el procedimiento anterior para las imágenes post tratamiento y control a los 7 días para cada uno de los pacientes

5. para cuantificar la variación de color según escala Vita classical (VC) se utilizaron los datos entregados por el espectrofotómetro y se les asignó el correspondiente número según la tabla 1, que organiza las 16 tabillas de colores Vita en orden decreciente de luminosidad, desde B1 (color más claro) a C4 (color más oscuro).

6. para obtener la variación inmediata, se calculó la diferencia de los números obtenidos entre el valor post tratamiento respecto al inicial.

7. además, para obtener la variación a los 7 días se calculó la diferencia entre el valor obtenido en el control a los 7 días respecto al post tratamiento.

Análisis estadístico

Una vez recopilados todos los datos entregados por el espectrofotómetro, variación total de color (ΔE) y diferencia de luminosidad obtenida según escala VITA classical (VC), post tratamiento y control a los 7 días para cada muestra, se utilizó el test de Shapiro Wilk para observar la distribución de los datos de la variación total de color (ΔE).

Finalmente, se compararon los resultados de ambos sistemas mediante el test de Mann Whitney (Nivel de significancia de 95%).

RESULTADOS

En el estudio participaron 71 pacientes, los cuales constituyeron una muestra de 142 incisivos centrales superiores en la evaluación post-tratamiento, mientras que para el control a los 7 días asistieron 53 pacientes cuya muestra correspondió a 106 dientes, los grupos de estudio quedaron distribuidos como se muestra en la Tabla 2:

Evaluación	Grupos de estudio		N
	n Grupo 1 (H ₂ O ₂ 15% + TiO ₂ + luz)	n Grupo 2 (H ₂ O ₂ 35% + luz)	
Previa e inmediata al tto	34	37	71
Control 7 días	25	28	53

Tabla 2: Distribución de los pacientes según grupo de tratamiento para cada evaluación.

La recopilación de los datos obtenidos para la variación total de color (ΔE) y variación de color según escala Vita Classical (VC) para cada grupo se muestra en las tablas 3 y 4:

Grupo 1:

Muestra	ΔE		Vita Classical				
	Post-tto	7 días	Previo	Post-tto	7 días	Dif. Post-tto	Dif. 7 días
1_1	8,1		A3,5	A2		7	
1_2	3,9		A2	A1		3	
1_3	4,6	2,5	C1	B1	A1	5	-1
1_4	3,4	3,1	C1	B1	A1	5	-1
1_5	4,7	3,5	A3	D3	A2	-1	5
1_6	3,8	3	A3	A2	A2	4	0
1_7	3,5		A1	A1		0	
1_8	2,9		A1	B1		1	
1_9	4,2		C1	A1		4	
1_10	6		C1	B1		5	
1_11	2,8	1,4	D2	C1	A1	-2	4
1_12	2,3	1,5	C1	A1	C1	4	-4
1_13	4,1		C1	B1		5	
1_14	4,3		C1	B1		5	
1_15	2,2	0,9	A1	A1	A1	0	0
1_16	1,9	2,7	A1	A1	A1	0	0
1_17	3,5	1,2	A2	A1	A2	3	-3
1_18	3,9	1,3	A2	A1	A2	3	-3
1_19	2,7		A1	A1		0	
1_20	4		A1	A1		0	
1_21	4,9	3,4	A2	A1	A1	3	0
1_22	4,8	4,9	A2	A1	A1	3	0
1_23	5,7	3	A2	A1	A2	3	-3
1_24	4,2	2,3	C1	B1	C1	5	-5
1_25	5,2	2,8	A1	A1	A1	0	0
1_26	3,7	3,5	A1	A1	B1	0	1
1_27	6		A1	A1		0	
1_28	7,1		C1	A1		4	
1_29	1,7	2,6	A2	C1	A1	-1	4
1_30	1,6	1,6	A2	C1	C1	-1	0
1_31	3,2	2,4	D3	C1	A1	4	4
1_32	3,6	5,9	D3	D3	A2	0	5
1_33	4,6		A1	A1		0	
1_34	5,2		A1	A1		0	
1_35	4	0,4	A2	A1	A1	3	0
1_36	3,4	1,1	A1	A1	A1	0	0
1_37	4,7	1,7	A2	B1	B1	1	0
1_38	3,6	2,4	A2	B1	A1	1	-1
1_39	3,8		A1	A1		0	

1_40	3,3		A1	A1		0	
1_41	2,9	1,3	A1	A1	A1	0	0
1_42	2,2	1,6	A1	A1	A1	0	0
1_43	6,2	1	A3	A1	A1	7	0
1_44	6,4	1	A3	A1	A1	7	0
1_45	1,7	3,3	A1	A1	A1	0	0
1_46	1,3	1,8	A1	B1	A1	1	-1
1_47	1,8	1,7	A1	A1	A1	0	0
1_48	1,9	1,9	A1	A1	B1	0	1
1_49	2,6	0,5	A3	A3	A3	0	0
1_50	4,3	1,9	A3	A2	D3	4	-5
1_51	2,4		A2	A1		3	
1_52	3,2		A2	A1		3	
1_53	0,5	3,3	A1	A1	A1	0	0
1_54	1,4	4,7	A1	A1	C1	0	-4
1_55	2,7	1,3	A1	A1	A1	0	0
1_56	4,3	2,3	C1	B1	A1	5	-1
1_57	4,5	2	A2	A1	A1	3	0
1_58	3	1,8	A1	A1	A1	0	0
1_59	4	5,1	A2	A1	C1	3	-4
1_60	7,3	4,9	A2	A1	C1	3	-4
1_61	3,3	0,9	A2	A1	A1	3	0
1_62	3,3	1,5	A2	A1	A1	3	0
1_63	7,6	3,5	A3	A1	B2	7	-1
1_64	6,7	2,8	A3	A2	B2	4	2
1_65	3,6	2,8	A2	B1	A1	4	-1
1_66	4,5	1,9	C1	B1	B1	5	0
1_67	2,1	1,3	A1	A1	A1	0	0
1_68	2,8	3	A1	A1	A1	0	0

Tabla 3: Datos obtenidos del Grupo 1 (H₂O₂ 15% + TiO₂ + luz): Variación total del color (ΔE) post-tratamiento y a los 7 días, y registro según Vita Classical previo, post-tratamiento y a los 7 días, más su correspondiente variación.

Grupo 2:

Muestra	ΔE		Vita Classical				
	Post-tto	7 días	Previo	Post-tto	7 días	Dif. Post-tto	Dif. 7 días
2_1	3		A2	A1		3	
2_2	3		A2	A1		3	
2_3	3,3		A2	C1		-1	
2_4	2,9		C1	C1		0	
2_5	3,1		A1	A1		0	
2_6	2,9		A1	B1		1	
2_7	2,3	3	A2	B1	A1	4	-1
2_8	2,8	2,4	A2	B1	A1	4	-1
2_9	1,8	1,9	A1	A1	A1	0	0
2_10	1,9	1,9	A1	A1	A1	0	0
2_11	2,8	4,8	A3	A3	A2	0	4
2_12	3,9	3	A3	A2	A2	4	0
2_13	3	2,2	A1	A1	A1	0	0
2_14	1,5	2,5	A1	B1	A1	1	-1
2_15	3,1		A3	A2		4	
2_16	2,5		A3	A2		4	
2_17	3,4	5,5	A2	C1	A1	-1	4
2_18	3,3	4	A2	A1	A1	3	0
2_19	2,8	4,9	A1	A1	A1	0	0
2_20	2,9	3,7	A2	A2	A2	0	0
2_21	2,8	0,8	A1	A1	A1	0	0
2_22	2,9	1,3	A1	A1	A1	0	0
2_23	4,5	3,6	B3	A3	A3	2	0
2_24	4,2	4,5	B4	A3	A3	4	0
2_25	2,2	0,6	A2	A1	A1	3	0
2_26	1,4	1,3	A2	A1	A1	3	0
2_27	4,2	1,9	A1	A1	A1	0	0
2_28	3,6	2,1	A1	A1	A1	0	0
2_29	3	4,9	A2	A1	A1	3	0
2_30	2,3	7	A2	A2	A1	0	3
2_31	1,5	1,1	A2	A1	A1	3	0
2_32	2,4	1,9	A1	A1	A1	0	0
2_33	12,7		A2	A1		3	
2_34	12,5		D3	A1		8	
2_35	6,2	5,2	A1	A1	A1	0	0
2_36	7,4	6,7	A1	A1	A1	0	0
2_37	2,8	1,5	A2	A1	A1	3	0
2_38	3,6	1,4	A2	A2	A2	0	0
2_39	5,5		A1	A1		0	

2_40	6,5		B2	A1		1	
2_41	4,5	1,6	C1	A1	A1	4	0
2_42	3,1	1,1	A2	A1	A1	3	0
2_43	1,9	2,9	A2	A2	A1	0	3
2_44	1,9	2,7	A2	A2	A1	0	3
2_45	3,2		A1	A1		0	
2_46	2,9		A1	A1		0	
2_47	2,3	1,2	A1	A1	A1	0	0
2_48	2,1	1,5	A2	A2	A2	0	0
2_49	5,4		A2	A1		3	
2_50	8,1		A3	A1		7	
2_51	4,1	4,7	A2	A1	A1	3	0
2_52	5	2,4	A2	A1	A1	3	0
2_53	4,6	2	A2	A1	A1	3	0
2_54	4,3	1	A2	A1	A1	3	0
2_55	3,4	0,7	A1	A1	A1	0	0
2_56	3,4	0,7	A1	A1	A1	0	0
2_57	2,6	2,2	A1	A1	A1	0	0
2_58	2,6	1,8	A1	A1	A1	0	0
2_59	3,3	3,3	A1	B1	A1	1	-1
2_60	5,1	1,6	C1	B1	A1	5	-1
2_61	3,5	1,5	A2	A2	A1	0	3
2_62	2,4	2,4	A3	A2	A2	4	0
2_63	5,6	2,4	A2	A1	A1	3	0
2_64	4,7	2,5	A2	A1	A1	3	0
2_65	2,9	1,6	A1	A1	A1	0	0
2_66	4,4	3,2	A1	B1	B1	1	0
2_67	4,2	1,5	A2	A1	A1	3	0
2_68	3,9	1,4	B2	A1	A1	-1	0
2_69	6,7	7,2	C1	A1	B1	4	1
2_70	3,2	4,8	A1	A1	C1	0	-4
2_71	5,6		A3	A1		7	
2_72	4,9		B2	A1		1	
2_73	2,6	0,9	A2	A1	A1	3	0
2_74	2,5	0,5	A2	A1	A1	3	0

Tabla 4: Datos obtenidos del Grupo 2 (H₂O₂ 35% + luz): Variación total del color (ΔE) post-tratamiento y a los 7 días, y registro según Vita Classical previo, post-tratamiento y a los 7 días, más su correspondiente variación.

Al comparar la variación total de color (ΔE) post-tratamiento, el Grupo 1 presentó mayor promedio $\Delta E=3,81 \pm 1,6$, respecto al Grupo 2 $\Delta E=3,77 \pm 2,02$, siendo esta diferencia no significativa ($p=0,301$). En la comparación a los 7 días el Grupo 2 obtuvo mayor promedio de variación total de color $\Delta E=2,62 \pm 1,67$ mientras que el Grupo 1 obtuvo un $\Delta E= 2,36 \pm 1,24$, siendo esta diferencia no significativa ($p=0,771$). (Tablas 5 y 6)

	ΔE Post-tto		ΔE 7 días	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Promedio	3,81	3,77	2,36	2,62
Desviación	1,60	2,02	1,24	1,67
Mediana	3,6	3,15	2,15	2,15
N	68	74	50	56

Tabla 5: Valores promedio, desviación estándar, mediana y N para la variación total de color (ΔE) post-tratamiento y a los 7 días de los dos grupos de tratamiento.

	ΔE	
	Post-tto	7 días
U. de Mann-Whitney	2263	1354
Significación	0,301	0,771

Tabla 6: Análisis estadístico mediante test de Mann-Whitney para la variación total de color post-tratamiento y a los 7 días.

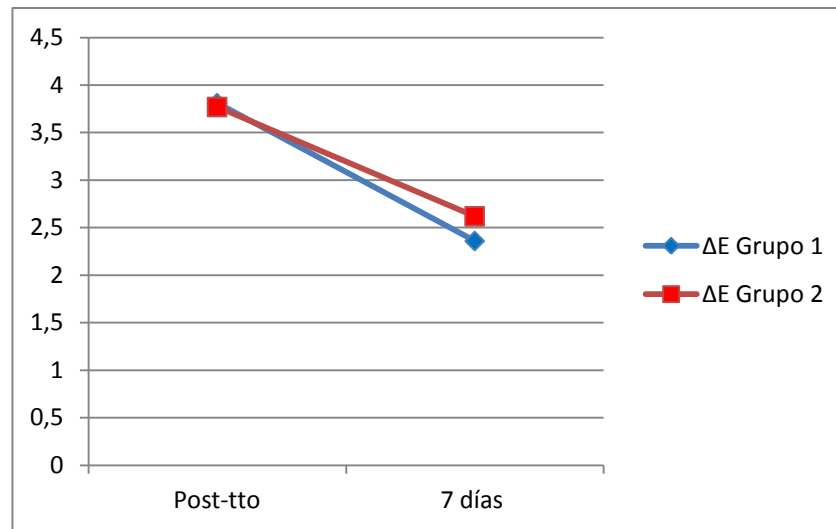


Gráfico 1: Promedios de la Variación total de color post-tratamiento y a los 7 días para los dos grupos de tratamiento.

Al comparar las muestras mediante escala Vita Classical (VC) en el Grupo 1 el promedio de la variación post-tratamiento fue mayor que el Grupo 2, $VC=2,16 \pm 2,36$, y $VC=1,76 \pm 2,01$, ($p=0,315$) respectivamente, mientras que a los 7 días fue mayor la variación en el Grupo 2, $VC=1,95 \pm 1,78$ respecto al Grupo 1 $VC=1,82 \pm 2,56$, ($p=0,477$) encontrándose diferencia no estadística para todas las mediciones. (Tablas 7 y 8)

	VC Post-tto		VC 7 días	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Promedio	2,16	1,76	1,82	1,95
Desviación	2,36	2,01	2,56	1,78
Mediana	3	1	0,5	3
N	68	74	50	56

Tabla 7: Valores promedio, desviación estándar, mediana y N para la variación de color según escala Vita Classical (VC) post-tratamiento y a los 7 días de los dos grupos de tratamiento.

	Variación según Vita Classical	
	Post-tto	7 días
U. de Mann-Whitney	2280	1292
Significación	0,315	0,477

Tabla 8: Análisis estadístico mediante test de Mann-Whitney para la variación de color de color según escala Vita Classical post-tratamiento y a los 7 días.

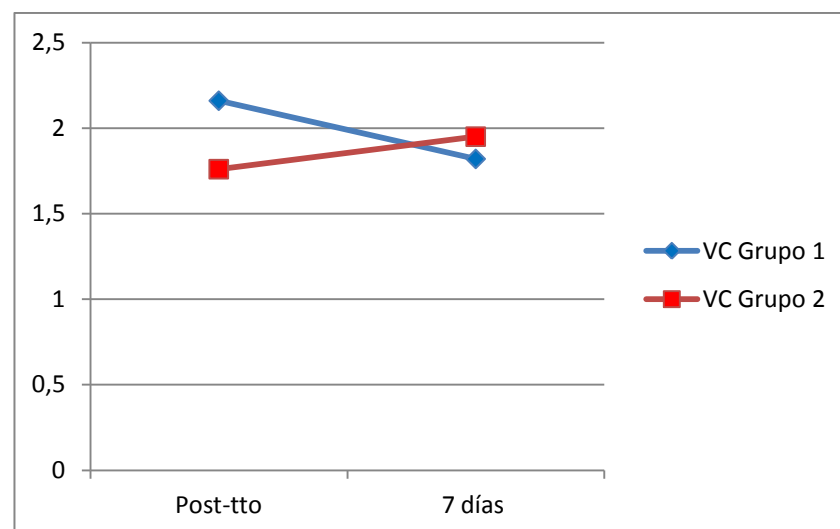


Gráfico 2: Promedios de la Variación de color según Vita Classical (VC) post-tratamiento y a los 7 días para los dos grupos de tratamiento.

Por lo tanto, al analizar los datos estadísticamente mediante el test de Mann-Whitney, no se encontró diferencia significativa entre los dos grupos de tratamiento tanto para los registros post-tratamiento como a los 7 días.

DISCUSIÓN

El blanqueamiento dental es una alternativa terapéutica conservadora para el tratamiento de tinciones, que persigue conseguir un color dentario que satisfaga las necesidades estéticas del paciente. (Amengual y cols, 2002) En el presente estudio se evaluó comparativamente la variación de color producida por dos sistemas de blanqueamiento dental de uso clínico en base a peróxido hidrógeno de diferente concentración.

Frecuentemente, en la consulta se utiliza H_2O_2 en alta concentración 20-35%, ya que el blanqueamiento obtenido depende directamente de la concentración del agente utilizado. Con el fin de reducir la concentración pero que no vaya en detrimento de los resultados estéticos, la introducción de un semiconductor, como es el dióxido de titanio, potencia la acción del peróxido de hidrógeno generando mayor cantidad de radicales libres alcanzando resultados clínicos equivalentes a los producidos con altas concentraciones. (Suemori y cols, 2008^a)

En el presente estudio los resultados fueron valorados al término del tratamiento y en una posterior evaluación a 7 días de realizado el blanqueamiento. Esto, debido a que factores tales como el grado de hidratación superficial de los dientes, el estado de los tejidos blandos circundantes, (Paravina y Powers 2004) la aislación de los dientes durante la sesión, y el potencial efecto de la exposición a la luz, deben ser tomados en cuenta al realizar la evaluación del cambio de color inmediato. (Ontiveros y Paravina, 2009)

Para realizar una medición más precisa y reproducible los registros fueron tomados mediante espectrofotometría, dado que la selección subjetiva del color mediante guías va a depender, entre otros factores, de las características del observador. (Amengual y cols, 2005) Actualmente, en odontología se dispone de muchos dispositivos, siendo el espectrofotómetro el más adecuado para proporcionar mediciones sistemáticas y precisas, considerándose el patrón de referencia para evaluar las variaciones de color. (Paul y cols, 2002).

El blanqueamiento dental produce cambios en el color de los dientes, representados en variaciones en los ejes $L^*a^*b^*$, y según las especificaciones

de la ADA estos deben ser orientados en un incremento de la luminosidad, ΔL^* , y una disminución en la saturación del color, Δa^* y Δb^* , y por consiguiente una variación en la diferencia total de color o ΔE . (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004; Paravina y cols, 2007) En nuestros resultados encontramos que, todos los dientes sometidos a blanqueamiento presentaron una modificación en los valores $L^*a^*b^*$, y en consecuencia en los valores ΔE , tanto en la medición post-tratamiento como a los 7 días.

Al analizar la variación de color mediante escala Vita Classical, muchas de ellas no modificaron su color, lo que se explica porque las guías comerciales no representan todo el espacio cromático dental, por lo que pequeños cambios no son detectados. (Paravina, 2008) Además, se ha visto que agentes blanqueadores de uso clínico, no aseguran el resultado estético deseado en solo una aplicación. (Buchalla y Attin, 2007)

Algunas de las muestras en la evaluación de la variación mediante Vita Classical presentaron valores negativos en el registro post-tratamiento, esto podría deberse a que las medidas espectrofotométricas presentan una repetibilidad cercana al 90%. (Paul y cols, 2004; Chu y cols, 2010)

Si bien el grupo 1, peróxido de hidrógeno al 15% con dióxido de titanio, presentó mayor variación en el control post-tratamiento tanto para los registros mediante ΔE y Vita Classical no hubo diferencia estadísticamente significativa, en cuanto a lo ocurrido en el control a los 7 días, el grupo 2 que contenía H_2O_2 al 35%, presentó mayor variación de color, siendo esta diferencia no significativa.

Los promedios de ΔE post-tratamiento para los grupos 1 y 2 fueron $\Delta E=3,81$ y $\Delta E=3,77$, y a los 7 días de $\Delta E=2,36$ y $\Delta E=2,62$ respectivamente. Zekonis *et al.* encontraron un $\Delta E=4,33$ utilizando H_2O_2 al 35% (StarBrite), la mayor variación podría ser explicada por el efecto de deshidratación post-tratamiento, ya que el registro fue tomado a 15 minutos de realizado el blanqueamiento, mientras que, Al Shethri *et al.*, quienes compararon a una semana de tratamiento H_2O_2 al 38% (Opalescence Xtra Boost) y H_2O_2 al 35% (StarBrite) en una aplicación clínica obtuvieron valores $\Delta E=2,45$ y $\Delta E=2,31$ respectivamente, los anteriores resultados fueron similares a lo registrado en nuestro estudio en el control a los

7 días, (Al Shetri y cols, 2003) en otro estudio donde se utilizó H₂O₂ al 25% (Zoom2 kit) con y sin aplicación de luz se midió la variación de color a 7 días encontrando $\Delta E=6$ y $\Delta E=4,7$ respectivamente. (Ontiveros y Paravina, 2009)

En cuanto a registros de color obtenidos en escala Vita Classical (VC) en agentes blanqueadores de aplicación clínica, el estudio de Papathanasiou *et al.*, utilizando H₂O₂ al 35% con y sin activación de luz obtuvieron valores post-tratamiento de VC=7,21 y VC=6,78 respectivamente, con diferencia no significativa. Tavares utilizando H₂O₂ al 15% con y sin activación de luz encontró que la variación inmediata fue de VC=2,9 ± 0,3 y VC=4,0 ± 0,3 respectivamente, siendo esta diferencia no significativa. (Buchalla y Attin, 2007). Mientras que, en otro estudio, con registro a los 7 días, donde se utilizó H₂O₂ al 25% (Zoom2 kit) con y sin aplicación de luz, la variación de color fue VC=6,1 y VC=4,5 respectivamente. (Ontiveros y Paravina, 2009) En tanto, en nuestro estudio para los grupos 1 y 2, los valores encontrados fueron de VC=2,16 ± 2,36, y VC=1,76 ± 2,01 post-tratamiento, y VC=1,82 ± 2,56 y VC=1,95 ± 1,78 a los 7 días, respectivamente, estos resultados de la variación de color mediante Vita Classical fueron menores al compararlos con otros estudios.

De lo anterior, se destaca la gran variabilidad de resultados que se obtienen al comparar diferentes estudios y lo complejo de esto, ya que las metodologías difieren entre ellas y la evidencia sugiere que la forma de aplicación, número de aplicaciones y tiempo de aplicación son igualmente importantes, (Al Shetri y cols, 2003) aún considerando, que sólo se mencionaron aquellos estudios que utilizaron sólo una aplicación de peróxido de hidrógeno de uso en clínica.

Por otro lado, las mayores diferencias encontradas fueron al comparar la variación de color mediante Vita Classical esto podría deberse a que dichos registros fueron tomados por un observador, método subjetivo, mientras que, en nuestro estudio todos los datos fueron obtenidos mediante espectrofotometría.

Respecto al uso de dióxido de titanio en agentes blanqueadores, el estudio de Masamishi *et al*, señaló que el uso de H₂O₂ al 3,5% conteniendo TiO₂ (Pyrenees, Japón) en dientes vitales presentó una efectividad clínica claramente reconocible, con un alto grado de satisfacción por los pacientes,

(Masamishi y cols, 2007) otro estudio que utilizó Pyrenees encontró valores $\Delta E=3,57$, $\Delta E=5,44$ y $\Delta E=6,50$ para registros a 1, 5 y 10 minutos post-tratamiento, (Nakazawa y cols, 2007) la poca evidencia disponible hace necesario desarrollar nueva investigación al respecto.

Un factor observado en nuestro estudio, que concuerda con Matis *et al.* es que el tiempo de contacto puede ser un factor relevante respecto a la concentración (Matis y cols, 2007) ya que se obtuvieron similares resultados con los agentes estudiados en una aplicación clínica. Sería conveniente evaluar ambos sistemas bajo un mismo protocolo, o sea, igualar los tiempos de aplicación, ya que el agente que contiene peróxido de hidrógeno al 15% con dióxido de titanio, según las indicaciones del fabricantes requiere un tiempo total mayor por sesión respecto al peróxido de hidrógeno al 35%, lo que podría influir en los óptimos resultados alcanzados por el primer grupo, pese a su menor concentración.

Los dos sistemas utilizados generaron un grado similar de blanqueamiento dental en una aplicación clínica, por lo que agentes blanqueadores menos concentrados y fotocatalizados por nanopartículas de dióxido de titanio pueden lograr un tratamiento igualmente eficaz que con el uso de mayores concentraciones de peróxido de hidrógeno. La falta de estudios clínicos de estos nuevos agentes blanqueadores hace pensar en la necesidad de seguir probando su eficacia pero en diferentes tiempos de aplicación.

CONCLUSIÓN

Los dos sistemas de blanqueamiento estudiados, peróxido de hidrógeno al 15% con dióxido de titanio y peróxido de hidrógeno al 35%, ambos activados por luz, presentaron similar variación de color medida con los parámetros ΔE y Vita Classical tanto para el registro post-tratamiento como en el control a los 7 días.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Al Shethri S, Matis BA, Cochran MA, Zekonis R, Stropes M (2003). A clinical evaluation of two in-office-bleaching products. *Operative dentistry* 28: 488–95.
- Amengual-Lorenzo J, Llana-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).
- Baltzer A, Kaufmann-Jinoian V (2004). La determinación del color del diente. *Quintessenz Zahntechnik*. 7: 726-740
- Bertone N, Zaiden S (2008). Blanqueamiento dentario. Aplicaciones clínicas. *Revista de la Facultad de Odontología (UBA)*. 23: 19-25.
- Bortolatto JF, Prettel H, Luiz ACC, Dantas AAR, Campos EA, Oliveira Jr. OB. Efficiency and painful sensitivity determined by 15% H₂O₂ containing nanoparticles TiO₂ to tooth whitening. (observaciones no publicadas)
- Buchalla W & Attin T (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 23(5), p.586–596.
- Christensen GJ (2006). High-tech dentistry: what is necessary and what is not. *Journal of the American Dental Association* (1939), 137(11), p.1592–1596.
- Chu SJ, Trushkowsky RD & Paravina Rade D (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of dentistry*, 38 Suppl 2, p.e2–16.
- Dahl JE & 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.

- Deliperi S, Bardwell DN & Papathanasiou A (2004). Clinical evaluation of a combined in-office and take-home bleaching system. *Journal of the American Dental Association* (1939), 135(5), p.628–634.
- Dozic A, Voit NFA, Zwartser R, Khashayar G, Aartman I (2010). Color coverage of a newly developed system for color determination and reproduction in dentistry. *J Dent.* 38 Suppl 2: e50–56.
- Fabbri D, Crime A, Davezza M, Medana C, Baiocchi C, et al (2009). Surfactant-assisted removal of swep residues from soil and photocatalytic treatment of the washing wastes. *Applied Catalysis B: Environmental.* 92: 318–325.
- Fondriest J (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 23(5), p.467–479. Available at: [Accedido septiembre 11, 2012].
- Geng J, Yang D, Zhu J, Chen D, Jiang Z (2009). Nitrogen-doped TiO₂ nanotubes with enhanced photocatalytic activity synthesized by a facile wet chemistry method. *Materials Research Bulletin.* 44: 146 -150.
- 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.
- Gonçalves Assunção W, Falcón Antenucci RM, Piza Pellizzer E, Freitas Júnior AC, Oliveira de Almeida (2009). Factores que influncian la selección del color en prótesis fija: Revisión de literatura. *Acta Odontológica Venezolana*, 47(4), p.136–142.
- Hernández J M, García LA, Zeifert BH, García R, Zermeño BB, et al (2008). Síntesis y Caracterización de Nanopartículas de N-TiO₂ – Anatasa. *Superficies y vacío.* 21(4): 1-5.
- Heymann HO (2005). Tooth whitening: facts and fallacies. *British Dental Journal.* 198:5–14.
- Hewlett ER (2007). Etiology and management of whitening-induced tooth hypersensitivity. *CDA Journal.* 35(7): 499-506.

- Hwang YK, Patil KR, Kim H, Sathaye SD, Hwang J, et al (2005). Photoinduced Superhydrophilicity in TiO₂ Thin Films Modified with WO₃. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 26(10): 1515-1519.
- Ingle JI, Bakland LK (2002). *Endodontics*. 5^o ed. Canada: BC Decker Inc.
- Ibhadon AO, Greenway GM, Yue Y (2008). Photocatalytic activity of surface modified TiO₂/RuO₂/SiO₂ nanoparticles for azo-dye degradation. *Catalysis Communications*, 9:153-157.
- Joiner A (2006). The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34(7), p.412–419.
- Joiner A (2007). Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *Journal of Dentistry*, 35(12), p.889–896.
- Kihn PW (2007). Vital Tooth Whitening. *Dental Clinics of North America*. 51: 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), p.723–729.
- Kuehni RG (2002). The early development of the Munsell system. *Color Research & Application*, 27: 20–27.
- 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.
- Luk K, Tam L & Hubert M (2004). Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *Journal of the American Dental Association* (1939), 135(2), p.194–201; quiz 228–229.
- Luo W, Westland S, Ellwood R, Pretty I, Cheung V (2009). Development of a whiteness index for dentistry. *Journal of Dentistry*, 37 Suppl 1, p.e21–26.

- Llambés G, Llana C, Amengual J, Forner L (2011). In vitro evaluation of the efficacy of two bleaching procedures. *Medicina Oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal*, 16(6), p.e845–851.
- 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.
- Marson FC, Sensi LG, Vieira LCC, Araújo E (2008). Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Operative Dentistry*, 33(1), 15-22.
- Masamichi H, Shusaku O, Jiro S, Tomoko N, Toshio T, et al (2007). Effects of a New Bleaching Agent of Containing Visible Light Sensitive TiO₂ (Pyrenees) on Vital Teeth Bleaching. *Japanese Journal of Conservative Dentistry*, 50(1), p.32-44.
- Matis BA, Cochran MA, Franco M, Al-Amr W, Eckert GJ, Stropes M (2007). Eight in-office tooth whitening systems evaluated in vivo: a pilot study. *Operative Dentistry*, 32(4), 322-327
- McCaslin AJ, Haywood VB, Potter BJ, Dickinson GL, Russell CM (1999). Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *Journal of the American Dental Association* (1939), 130(10), p.1485–1490.
- Meireles SS, Demarco FF, dos Santos I da S, Dumith S de C, Bona AD (2008). Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth-color classification. *Operative dentistry*, 33(2), p.121–126.
- Minoux M & Serfaty R (2008). Vital tooth bleaching: biologic adverse effects-a review. *Quintessence International* (Berlin, Germany: 1985), 39(8), p.645–659.
- Nakazawa T, Kato J, Akashi G, Igarashi A, Hirai Y (2007). The effect of a bleaching agent with low-concentration hydrogen peroxide and titanium dioxide on tooth color, and the influences of various light sources. *Japanese Journal of Conservative Dentistry*, 50(5), 562-569.

- Ontiveros JC & Paravina RD (2009). Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *Journal of dentistry*, 37(11), p.840-847.
- Papathanasiou A, Kastali S, Perry RD, Kugel G (2002). Clinical evaluation of a 35% hydrogen peroxide in-office whitening system. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* (Jamesburg, N.J.: 1995), 23(4), p.335–338, 340, 343–344 passim; quiz 348.
- Paravina, RD, Johnston WM & Powers, JM (2007). New Shade Guide for Evaluation of Tooth Whitening—Colorimetric Study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(5), p.276–283.
- Paravina RD (2008). New shade guide for tooth whitening monitoring: visual assessment. *The Journal of prosthetic dentistry*, 99(3), p.178-184.
- Pascual Moscardó A & Camps Alemany I (2006). Chromatic appreciation in the clinic and the laboratory. *Medicina Oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal*, 11(4), p.E363–368.
- Paul S, et al. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of dental research*, 81(8), p.578–582.
- Paul SJ, et al. (2004). Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 24(3), p.222-231.
- 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.
- Sarrett DC (2002). Tooth whitening today. *Journal of the American Dental Association* (1939), 133(11), p.1535–1538; quiz 1541.
- Sood S, Bhat V, Prasad Dk, Bhat A (2011). Role of colors in prosthodontics: Application of color science in restorative dentistry. *Indian J Dent Res*. 22(6): 804.

- Suemori T, Kato J, Nakazawa T, Akashi G, Igarashi A, Hirai Y, Kumagai Y, Kurata H (2008)a. Effects of light irradiation on bleaching by a 3.5% hydrogen peroxide solution containing titanium dioxide. *Laser Physics Letters*. 5(5): 379-383.
- Suemori T, Kato J, Nakazawa T, Akashi G, Hirai Y (2008)b. A new non-vital tooth bleaching method using titanium dioxide and 3.5% hydrogen peroxide with a 405-nm diode laser or a halogen lamp. *Laser Physics Letters*. 5(6): 454-459.
- Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS (2005). The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *Journal of Dentistry*, 33(1), p.33–40.
- Sulieman M, Addy M, MacDonald E, Rees JS (2004). The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. *Journal of Dentistry*, 32(4), p.295–299.
- Sulieman M.A.M. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology 2000*, 48, p.148–169.
- Suyama Y, Otsuki M, Ogisu S, Kishikawa R, Tagami J, Ikeda M, et al (2009). Effects of light sources and visible light-activated titanium dioxide photocatalyst on bleaching. *Dental Materials Journal*, 28(6), p.693–699.
- Tavares M, Stultz J, Newman M, Smith V, Kent R, Carpino E, et al (2003). Light augments tooth whitening with peroxide. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 134(2), p.167–175.
- Titley KC, Torneck CD, Smith DC, Chernecky R, Adibfar A (1991). Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. *Journal of endodontics*, 17(2), p.72–75.
- 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.
- Watts A, & Addy M (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), p.309–316.

Westland S (2003). Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry* 15 Suppl 1, p.S5–12.

Westland S (2004). "Color" En: Paravina R, Powers JM. *Esthetic color training in dentistry*. Elsevier Mosby. 87-92.

Yamaguchi S, Fukura T, Imai Y, Yamaura H, Yahiro H (2010). Photocatalytic activities for partial oxidation of -methylstyrene over zeolite-supported titanium dioxide and the influence of water addition to reaction solvent. *Electrochimica Acta*. 55: 7745 – 7750.

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

ANEXOS

Anexo N°1



Consentimiento Informado para Participar en el Estudio “Evaluación de las Características, Efectividad y Efectos Adversos de dos Sistemas para Blanqueamiento Dentario en un Ensayo Clínico Aleatorizado Controlado”

Nombre de Estudio: “Evaluación de las Características, Efectividad y Efectos Adversos de dos Sistemas para Blanqueamiento Dentario en un Ensayo Clínico Aleatorizado Controlado”

Investigador Principal: Prof. Dr. 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

Nombre de la Institución: Facultad de Odontología, Universidad de Chile

Nombre del Paciente:

Este Documento de Consentimiento Informado tiene dos partes:

- Información (proporciona información sobre el estudio para usted)
- Formulario de Consentimiento (para firmar si está de acuerdo en participar)

Se le dará una copia del Documento completo de Consentimiento Informado



**Consentimiento Informado para Participar en el
Estudio “Evaluación de las Características,
Efectividad y Efectos Adversos de dos Sistemas para
Blanqueamiento Dentario en un Ensayo Clínico
Aleatorizado Controlado”**

Mi nombre es Nadia Ovies Dobson, y soy tesista a cargo del Dr. Javier Martín Casielles, Profesor Asistente del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile a cargo del proyecto de investigación “Evaluación de las Características, Efectividad y Efectos Adversos de dos Sistemas para Blanqueamiento Dentario en un Ensayo Clínico Aleatorizado Controlado” que se lleva a cabo en este Departamento. Invitamos a Usted a participar en este estudio. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender los aspectos que se exponen a continuación. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto sobre el cual tenga dudas. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme este formulario.

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 procedimientos, como el blanqueamiento dentario, el cual tiene buenos resultados, pero puede causar algunos efectos no deseados sobre el diente como dolor con los cambios de temperatura. 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.

Nuestro objetivo es comparar 2 agentes para saber si tienen resultados similares.



**Consentimiento Informado para Participar en el
Estudio “Evaluación de las Características,
Efectividad y Efectos Adversos de dos Sistemas para
Blanqueamiento Dentario en un Ensayo Clínico
Aleatorizado Controlado”**

Para esto se conformarán en forma aleatoria 2 grupos de pacientes, los que deben cumplir con los siguientes criterios de inclusión:

- Presentar todos sus dientes anteriores superiores e inferiores sin restauraciones o con restauraciones pequeñas
- No haber sido sometidos a tratamiento de blanqueamiento dental previo

No podrán participar del proyecto:

- Pacientes embarazadas o en periodo de lactancia
- Pacientes con hipoplasias del esmalte grado GF3 ó más
- Pacientes con dientes manchados por tetraciclina o fluorosis
- Pacientes con malposiciones dentarias o en tratamiento de ortodoncia con aparatos fijos
- Pacientes con cáncer
- Pacientes con patología periodontal



**Consentimiento Informado para Participar en el
Estudio “Evaluación de las Características,
Efectividad y Efectos Adversos de dos Sistemas para
Blanqueamiento Dentario en un Ensayo Clínico
Aleatorizado Controlado”**

Los pacientes serán asignados al azar a cada uno de los grupos de estudio. A algunos participantes se les aplicará un agente blanqueante tradicional en base a peróxido de hidrógeno al 35% activado por luz (Grupo A), mientras a otros se les aplicará el nuevo agente en base a peróxido de hidrógeno al 15% activado por luz (Grupo B). Ambos tratamientos pueden producir dolor dentario, 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, indicaremos medidas para disminuirlo. Asimismo, frente a dolores irreversibles o cualquier otro problema derivado del procedimiento realizado, nos haremos responsables y realizaremos en forma gratuita cualquier tratamiento que sea necesario para solucionarlo. El blanqueamiento no tendrá costo para Usted. Será realizado por un alumno regular de la Carrera de Odontología supervisado durante todo el procedimiento por un Docente del Área. El tratamiento que Usted reciba será determinado al azar y ni el investigador ni el paciente sabrán cuál es el agente que se le está aplicando. Esta información estará en nuestros registros, pero no la utilizaremos hasta que el estudio esté terminado, para no influir en los resultados.

El procedimiento completo se llevará a cabo en un periodo de 1 mes, en que será citado a 3 sesiones para realizar la evaluación, blanqueamiento y los procedimientos de registro de resultados y control.



**Consentimiento Informado para Participar en el
Estudio “Evaluación de las Características,
Efectividad y Efectos Adversos de dos Sistemas para
Blanqueamiento Dentario en un Ensayo Clínico
Aleatorizado Controlado”**

Todos los datos personales de los pacientes, así como los registros fotográficos serán codificados y sólo se usarán para este estudio, según lo que dicta la ley 19.628 sobre protección de datos de carácter personal y disposiciones aplicables al secreto profesional.

Recuerde que Usted puede retirarse del estudio en el momento que lo desee, lo que no afecta en forma alguna su atención dental en la Clínica de Operatoria de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Aclaraciones

La participación en el estudio es completamente voluntaria.

No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted en caso de no aceptar la invitación.

Si usted decide participar 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 del estudio respecto de la identificación de los 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 el Formulario de Consentimiento Informado anexa al documento.



**Consentimiento Informado para Participar en el
Estudio “Evaluación de las Características,
Efectividad y Efectos Adversos de dos Sistemas para
Blanqueamiento Dentario en un Ensayo Clínico
Aleatorizado Controlado”**

Si tiene cualquier pregunta puede hacerla ahora o más tarde. Si decide más tarde puede ubicarnos en las oficinas del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (Sergio Livingstone Pohlhammer 943, Independencia, Santiago, Teléfono 978-1743) o contactarme al mail javmartin@gmail.com y aclarar sus dudas.

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

He sido invitado a participar en la investigación de un nuevo agente blanqueante dentario. Entiendo que se me realizará un blanqueamiento dental en forma gratuita y seré controlado durante 3 sesiones. He sido informado de que los riesgos son mínimos y pueden incluir sólo dolor aumentado frente a los cambios de temperatura. Sé que puede que no haya beneficios para mi persona y que no se me recompensará por participar. Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado y la dirección de correo electrónico que se me ha dado de esa persona.

He leído la información proporcionada. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera mi cuidado dental.



**Consentimiento Informado para Participar en el
Estudio “Evaluación de las Características,
Efectividad y Efectos Adversos de dos Sistemas para
Blanqueamiento Dentario en un Ensayo Clínico
Aleatorizado Controlado”**

Nombre del Participante

Firma _____

Santiago, ____/____/____

Sección a llenar por el Investigador o su representante:

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 en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que conozco la normativa vigente para realizar investigación con seres humanos y declaro mi apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento

Firma del Investigador CI

Anexo N°2**FICHA CLÍNICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN BLANQUEAMIENTO**

Área de Operatoria Dental, Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

Identificación del Paciente

Nombre: _____	Sexo: _____
RUT: _____ - _____	Edad: _____
Dirección: _____	Comuna: _____
Ocupación: _____	
Teléfono: _____	Celular: _____
Email: _____	

Antecedentes Médicos

- **Alergias:** _____
- **Patologías:** _____
- **Fármacos Utilizados:** _____
- **Hábitos:** _____

Grupo de tratamiento: _____

Agente de blanqueamiento utilizado: _____

