



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

**“EVALUACIÓN OBJETIVA DE COLOR CON ESPECTROFOTÓMETRO A LOS 9
Y 12 MESES DEL ACLARAMIENTO DENTAL EN CONSULTA DE UN GEL DE
PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 6% ACTIVADO POR NANOPARTÍCULAS DE
DÍOXIDO DE TITANIO NITROGENADO Y LUZ LED/LÁSER”**

Francisca Ávalos Lastra

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Javier Martín Casielles

Dr. Cristian Bersezio Miranda

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 15/001
Santiago - Chile
2017**



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

**“EVALUACIÓN OBJETIVA DE COLOR CON ESPECTROFOTÓMETRO A LOS
9 Y 12 MESES DEL ACLARAMIENTO DENTAL EN CONSULTA DE UN GEL DE
PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 6% ACTIVADO POR NANOPARTÍCULAS DE
DÍOXIDO DE TITANIO NITROGENADO Y LUZ LED/LÁSER”**

Francisca Ávalos Lastra

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Javier Martín Casielles

Dr. Cristian Bersezio Miranda

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 15/001
Santiago - Chile
2016**

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por su apoyo a lo largo de todo el proceso universitario, por darme las herramientas para desarrollarme como persona íntegra, por enseñarme que la constancia y el esfuerzo son fundamentales para alcanzar mis metas y sueños

Agradezco a mi hermano por sus consejos sabios que me calmaron muchas veces

Agradezco a mi familia en general por confiar en mí y ser parte de mis logros

Agradezco a mis amigos por acompañarme en esta etapa, en especial a a mis compañeras de tesis por llenar de alegría el ambiente de trabajo

Agradezco a mis docentes por su buena disposición y paciencia.

Índice

Resumen	7
Introducción	9
Marco teórico	12
Hipótesis	35
Objetivo general	35
Objetivos específicos	35
Materiales y métodos	36
Resultados	42
Discusión	48
Conclusión	54
Referencias bibliográficas	55
Anexos	65

RESUMEN

Introducción: El aclaramiento dental es un tratamiento altamente solicitado por los pacientes en la actualidad. El agente aclarador más utilizado en la consulta dental es el peróxido de hidrógeno al 35%, el que a pesar de ser efectivo, ha reportado sensibilidad debido a la alta concentración utilizada. Actualmente se han incorporado nuevos compuestos que a bajas concentraciones, poseen similar eficacia y mayor bioseguridad para los tejidos dentales. No existen estudios con mediciones a largo plazo sobre la estabilidad de color de éstos compuestos. El objetivo del presente estudio, es comparar la estabilidad de color de un gel de peróxido de hidrógeno al 6% catalizado por dióxido de titanio nitrogenado ($N-TiO_2$), versus el gel convencional peróxido de hidrógeno al 35%.

Materiales y Métodos: Se realizó la evaluación objetiva de color a 25 pacientes, a los 9 y 12 meses posterior al tratamiento de aclaramiento dental. La técnica fue aclaramiento dental en oficina, con modelo de boca dividida, donde se asignó al azar un grupo por hemiarcada: grupo A (peróxido de hidrógeno al 6% con $N-TiO_2$) y grupo B (peróxido de hidrógeno al 35%), ambos activados por luz LED/láser. El color se midió con el espectrofotómetro VITA Easyshade Compact®, de acuerdo al sistema CIELab, en el tercio medio de la cara vestibular de los incisivos centrales superiores, estandarizado por medio de una guía de silicona. Las mediciones se realizaron previo al tratamiento y en los controles del mes, 9 y 12 meses previo y posterior a una profilaxis dental. Se determinó la mediana de los datos L^* , a^* , b^* y su regresión, en los distintos tiempos para ambos grupos. Se calculó el ΔE y se comparó la variación total de color entre ambos grupos mediante el test de Mann-Whitney.

Resultados: No hubo diferencias estadísticamente significativas en la regresión total de color ΔE ., entre ambos grupos en el control de los 9 y 12 meses según la prueba de Mann Whitney ($p > 0,05$), con valores de 0,680 en el control de los 9 meses y 0,095 en el control de los 12 meses.

Conclusión: El agente aclarador en base a peróxido de hidrógeno al 6% con nano partículas de N-TiO₂, presentó similar estabilidad de color en el tiempo comparado con el agente peróxido de hidrógeno al 35%.

Introducción

La estética es un fenómeno cultural que evoluciona con el hombre y convive paralelamente a él. Desde el principio de los tiempos el ser humano ha buscado la belleza de una u otra forma para agradar a los demás. En la intención de imitar la naturaleza, la estética se ha enfocado desde sus inicios en distintas áreas, es así como encontramos que en Odontología no es un concepto actual. El aspecto estético de los dientes tiene un efecto inmediato sobre la manera en que creamos una primera impresión de otra persona (Eli y cols. 2001; Arévalo y Larrucea, 2012).

El color de los dientes es una variable importante en odontología estética, y su medición tradicionalmente se ha realizado con un método visual, sin embargo, la subjetividad y otros factores (experiencia clínica del examinador, fatiga del ojo humano y la decoración de la habitación), pueden afectar la clasificación del color de los dientes usando este método estándar (Joiner, 2006).

Recientemente se han utilizado sistemas digitales (espectrofotómetros, colorímetros y cámaras digitales) para la medición del color. Estos son instrumentos precisos que generan resultados altamente fiables y fácilmente evaluables en términos de importancia visual (Wee AG y cols. 2006; Mokhlis y cols. 2000; Okubo y cols. 1998). De ellos el espectrofotómetro es considerado uno de los instrumentos más precisos, útiles y flexibles para la medición de color y hasta el momento es el que ha reportado mejor rendimiento "*in-vitro*" e "*in-vivo*" (Bersezio y cols. 2014; Chu y cols 2010). El espectrofotómetro ofrece una coincidencia objetiva de 93,3% de los casos (Chu y cols, 2010).

Dentro de estos sistemas digitales, el color se expresa en el espacio CIELAB, que proporciona su especificación en tres dimensiones y permite valoraciones más precisas (Wee AG y cols. 2006; Mokhlis y cols. 2000; Okubo y cols. 1998). 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 (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004). Los instrumentos objetivos de medición

son más sensibles a los cambios de color, logrando detectar ΔE de menor valor que la visión humana (Bersezio y cols. 2014). El "Vita EasyShade compact", es un espectrofotómetro inalámbrico, pequeño, portátil, económico, operado por batería, que proporciona suficiente información para ayudar en el proceso de análisis de color (Chu y cols, 2010).

El aclaramiento dental es uno de los procedimientos más solicitado por los pacientes, ya que se considera un tratamiento altamente eficaz, mínimamente invasivo y biológicamente seguro. Sin embargo, todavía hay mucha controversia en relación con los protocolos y la seguridad de las técnicas (Bortolatto y cols. 2014).

Los agentes aclaradores más usados son el peróxido de hidrógeno, el peróxido de carbamida y el perborato de sodio (Plotino y cols, 2008; Dahl y Pallesen, 2003), los que se utilizan frecuentemente en combinación de un agente activador como calor o luz. El peróxido de hidrógeno actúa como un fuerte agente oxidante a través de la formación de especies reactivas de oxígeno y radicales derivados de peróxido de hidrógeno (Sulieman, 2008). Los radicales libres que se liberan del producto de peróxido de hidrógeno invaden las estructuras anulares de las moléculas pigmentadas y las oxidan, convirtiéndolas en una estructura de cadena pequeña que altera el índice de reflexión del diente haciéndolo más claro (Restrepo y Kennedy, 2012).

En estudios donde se compararon diversas concentraciones de peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno, se observó similar eficacia, pero el tiempo requerido fue menor a medida que se aumentaba la concentración del agente aclarador (Sulieman, 2008). El aclaramiento en la consulta dental se realiza tradicionalmente a altas concentraciones de peróxido de hidrógeno (35% - 40%). A pesar de que tienen beneficios estéticos, los radicales libres son potencialmente dañinos para los tejidos biológicos debido a su alto poder oxidante.

El principal efecto secundario es la sensibilidad dental, que depende directamente de la concentración del agente aclarador y del tiempo de aplicación (Bortolatto y

cols. 2014; Moncada y cols. 2013). Además, en marzo de 2005, el Comité Científico Europeo de Productos de Consumo concluyó lo siguiente: “El uso apropiado de productos aclaradores que contienen entre 0,1 a 6% de peróxido de hidrógeno, o su equivalente en sustancias liberadoras, se considera seguro luego de la consulta y aprobación por parte del odontólogo”. Finalmente, en enero del 2008, este comité recomendó que una concentración al 6% de peróxido de hidrógeno, es el límite para un uso seguro, al utilizar la técnica de blanqueamiento dental (ADA council, 2009).

Debido a esto se han introducido al mercado nuevos agentes aclaradores con menores concentraciones de peróxido de hidrógeno, basados en la acción catalítica de un agente de nanopartículas semiconductoras, normalmente dióxido de titanio, activado por fuentes de luz. (Bortolatto y cols. 2014). Las nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado permiten que la actividad catalítica se produzca a longitudes de onda de luz visible, evitando el uso de luz ultravioleta (Sulieman 2003; Suemori, 2008).

En un estudio de Bortolatto y cols. donde se evaluó un gel de peróxido de hidrógeno al 15% con dióxido de titanio fotocatalizado con luz LED / láser, se observó menor sensibilidad y mayor eficacia en comparación con el peróxido de hidrógeno convencional al 35%. Sin embargo, la evaluación a corto plazo fue una limitante y no proporcionó información sobre la longevidad del aclaramiento dental (Bortolatto y cols; 2014).

Marco teórico

1. Importancia de la estética y la sonrisa

La apariencia física de una persona, es la característica más accesible a los demás en la interacción social. Es quizás por esta razón que la psicología popular ha contenido siempre una multitud de teoremas que permiten revelar el pronóstico del carácter y de la personalidad de una persona simplemente con el conocimiento de su aspecto exterior. La línea de deducción es simplemente que "lo bello es bueno", y que "la belleza física es el signo de una belleza interior, de una belleza espiritual y moral" (Dion y cols; 1972).

El atractivo facial juega un rol clave en las interacciones sociales. Influencia el éxito entre compañeros, la oportunidad de conseguir pareja, la evaluación de las personalidades, el desempeño y las perspectivas laborales (Dion y cols. 1972; Kershaw y cols. 2008).

El atractivo facial y de la sonrisa, aparecen fuertemente conectados entre sí, debido a que en la interacción social la atención se dirige principalmente hacia la boca y los ojos del individuo (Thomson y cols. 2004).

Una sonrisa estéticamente agradable depende no sólo de la cantidad de encía mostrada y la forma de los labios, sino que también de la posición, tamaño, forma y color de los dientes (Van der Geld y cols. 2007). El color de los dientes es uno de los factores más importantes en la auto percepción de una apariencia bucal agradable y de una sonrisa atractiva (Khin, 2007). Además, la auto satisfacción de los individuos con su apariencia, juega un papel fundamental para su bienestar psicológico. Estos hallazgos tienen importantes implicaciones para la odontología, que se ha centrado en gran medida en los aspectos funcionales de la salud (Kershaw y cols. 2008).

2. Percepción del color

El fenómeno del color es una combinación de la respuesta psicofisiológica a la interacción física de la energía luminosa con un objeto y la experiencia subjetiva de un observador individual. Tres factores influyen en la percepción del color: la fuente de luz; el objeto y el observador (Meera y cols. 2011). Para percibir el color, la luz se refleja desde un objeto y estimula sensores neurales en la retina del ojo, los cuales envían una señal que es interpretada en la corteza visual del cerebro.

El ojo humano es un órgano especializado en la captación de imágenes obtenidas a partir de una radiación electromagnética que llamamos luz, que corresponde a un estrecho segmento de longitud de onda de todo el espectro, situado entre 400 y 800 nm aproximadamente, y que percibimos como los colores “del arco iris”. Radiaciones por debajo de dichas longitudes de onda no son visibles y se denominan ultravioletas, y las situadas por encima tampoco lo son, y se denominan infrarrojas.

Los componentes reflejados de la luz blanca incidente determinan el color de un objeto. Los materiales transparentes permiten el paso de la luz con poco cambio. Los materiales translúcidos dispersan, transmiten y absorben la luz. Los materiales opacos reflejan y absorben; sin embargo, no transmiten (Vimal K Sikri, 2010; Moscardó y Alemany, 2006).

Albert Henry Munsell en 1905 desarrolló el “Sistema de Color de Munsell” (Figura 1), el cual se basa en la percepción visual del color, ubicándolo en un punto definido del espacio tridimensional. Este sistema ha sido ampliamente usado en muchos campos de la ciencia del color, como un sistema estándar de especificación del color (Ginzburg M. y cols 2012; Boksman L. 2007; O’Brien WJ y cols. 1990, Munsell 1981).

Las tres dimensiones del espacio que describe Munsell son:

- Hue (H): Es el color propiamente tal, es decir, se pueden encontrar en estado puro en el espectro, definió 5 Hue principales: rojo, amarillo, verde, azul y púrpura y los ubicó en intervalos equidistantes conformando el círculo cromático.

- Chroma (C): saturación de un determinado Hue, entre menor sea el chroma, menor es la pureza del color
- Value (V): claridad u oscuridad de un color, desde el negro (valor 0) en la parte inferior hasta el blanco (valor 10) en la parte superior, los grises se encuentran a lo largo del eje vertical entre el blanco y negro.

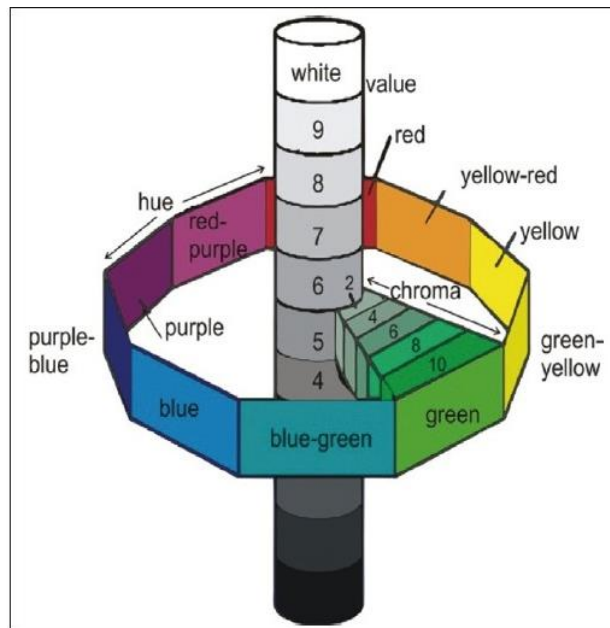


Figura 1. Sistema de color de Munsell. (Vimal K Sikri, 2010)

3. Espacio de color CIELAB y parámetro ΔE

La “Commission Internationale de L’Eclairage” (CIE), desarrolló un sistema para la especificación visual de las señales de color que se recomendó para uso generalizado en 1931 (Westland y Ripamonti; 2004). En este espacio se encuentran todos los colores visibles para el ojo humano y se utiliza con frecuencia cuando se mide el color y se identifican diferencias específicas. Es un espacio de color casi uniforme, compuesto por tres coordenadas L^* , a^* , b^* , que definen la luminosidad del color, la cromaticidad del rojo-verde y amarillo-azul (Figura 2). Este es el medio más efectivo para definir el color de los objetos sólidos (CIE, 1971; Baltzer y Kaufmann 2004).

El valor de L^* es una medida de la luminosidad de un objeto, donde el negro tiene un valor L^* de cero y el blanco un valor L^* de 100. El valor de a^* es una medida de enrojecimiento (a^* positivo) o enverdecimiento (a^* negativo). El valor de b^* es una medida del amarillo (b^* positivo) o de azul (b^* negativo). Las coordenadas a^* b^* se aproximan a cero con los colores neutros (blanco, gris) y aumentan de magnitud con los colores más saturados (figura 3) (Commission Internationale de l'Eclairage, 2004).

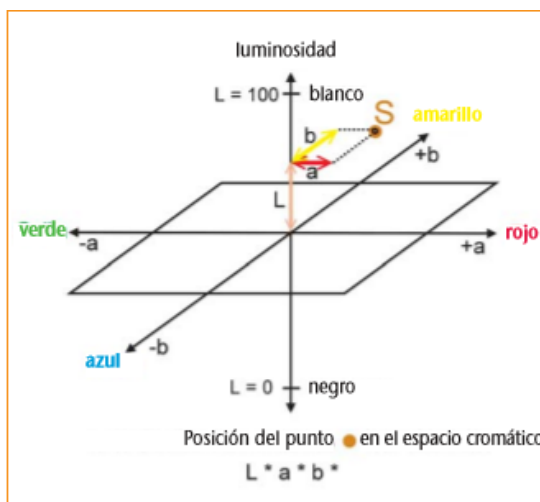


Figura 2. Espacio cromático: L^* , a^* y b^* . (Baltzer y Kaufmann, 2004)

El plátano representa aquella zona del espacio cromático en la que se encuentran los colores dentales naturales (Figura 3). La forma del plátano simboliza las relaciones naturales: los diversos colores dentales se distinguen mayormente por su luminosidad, por lo que el espacio cromático dental se extiende verticalmente en relación con el eje de luminosidad, estirándose de forma similar a un plátano. 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^* incoloro; los dientes con un matiz rojizo se orientan hacia el eje a^* ; los dientes con un matiz amarillento, hacia el eje b^* .

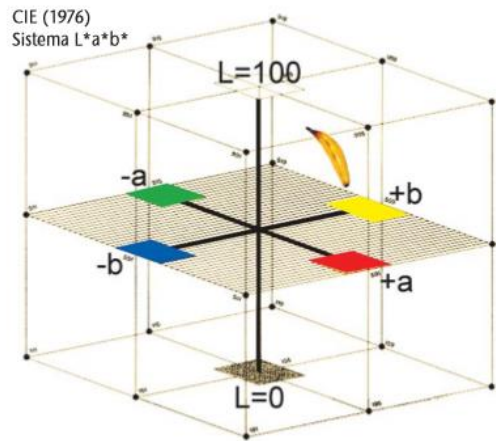


Figura 3. El plátano se halla entre el rojo y el amarillo, en la zona clara del poste vertical, y simboliza el espacio cromático que abarca todos los colores dentales existentes en la naturaleza. (Baltzer y Kaufmann, 2004).

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

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

donde, el signo " Δ " denota la comparación entre dos muestras, es la diferencia entre un valor final menos un valor inicial (Westland, 2003). Por consiguiente, ΔL , Δa , Δb indican la diferencia de cada una de las coordenadas de la siguiente manera:

$$\Delta L = L^*_{\text{final}} - L^*_{\text{inicial}}$$

$$\Delta a = a^*_{\text{final}} - a^*_{\text{inicial}}$$

$$\Delta b = b^*_{\text{final}} - b^*_{\text{inicial}}$$

El valor ΔE corresponde a la diferencia total del color en los tres ejes: L^* , a^* y b^* (Figura 4). De la fórmula matemática, se desprende que ΔE indica una magnitud absoluta de la distancia cromática entre un color y otro, pero no expresa en qué

dirección se orienta la desviación. Además, los valores de ΔE por debajo de 2 son difícilmente reconocidos por el ojo humano como una diferencia entre colores (Baltzer y Kaufmann- Jinoian, 2004).

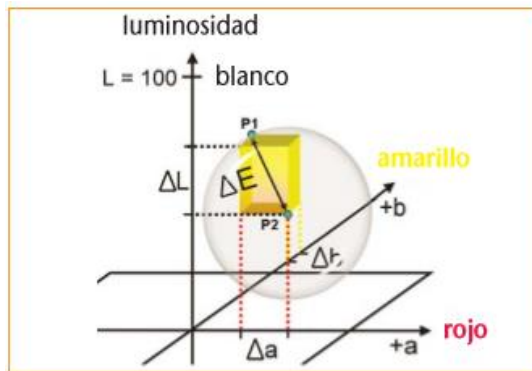


Figura 4. La diagonal entre los puntos P2 y P1 corresponde a la distancia cromática y es expresada con ΔE . ΔE refleja la diferencia percibida por el ojo humano entre los colores localizados en los puntos P1 y P2. (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004)

4. Color dental

El color de los dientes está determinado principalmente por la dentina, pero es influenciado por el color, translucidez y calcificación del esmalte, así como su espesor, que es notablemente mayor en la superficie oclusal o incisal. El color normal de los dientes está determinado por los tonos azules, verdes y rosados del esmalte y está reforzado por el amarillo a través de tonos marrones de la dentina. Además, presentan una graduación natural de color desde el tercio gingival, más oscuro, hacia el tercio incisal, más claro. (Watts y Addy, 2001; Sulieman 2008). Por lo general, los dientes se vuelven más oscuros con la edad en comparación con personas jóvenes, mientras que los caninos son naturalmente más oscuros que incisivos centrales y laterales (Sulieman 2008).

5. Métodos de evaluación de color en Odontología

El color dental puede ser determinado por dos métodos: Visual e instrumental. (Billmeyer y cols, 1981)

5.1. Método Visual:

La selección visual es considerada una medición subjetiva del color, que está caracterizada por una alta variabilidad intra e inter examinador (Okubo y cols, 1998). Sin embargo, es el método más frecuentemente utilizado. Se realiza por comparación entre las tabletas de un muestrario de color dental (por ejemplo, VITA Classical A1-D4 o VITA Bleachedguide 3D-MASTER, de Vita-Zahnfabrik) con la superficie vestibular del diente natural.

Numerosos informes han indicado que las guías de color no proporcionan suficiente cobertura espectral de las tonalidades presentes en el diente natural. Generalmente, las opciones no parecen tener suficiente color amarillo-rojo y tampoco son suficientemente oscuras o saturadas (Meera y cols. 2011). Además, la estimulación constante por un solo color puede dar lugar a la fatiga visual y a la disminución en la respuesta del ojo. Nuestra capacidad para percibir el color, también se ve afectada por el envejecimiento, enfermedades crónicas, glaucoma y el uso de medicamentos tales como: anticonceptivos orales, ibuprofeno, fármacos antiepilépticos, ácido acetil salicílico, algunos antibióticos y lidocaína, entre otros (Vimal K Sikri, 2010).

La subjetividad y otros factores como la iluminación y problemas del operador (fatiga de la visión, edad, experiencia, deficiencia visual), pueden afectar la clasificación del color. El control y la estandarización de estos factores, junto con un buen entrenamiento por parte del examinador, puede mejorar la capacidad de clasificar con precisión el color del diente en un contexto clínico (Paul y cols; 2002, Matis y cols, 2000; Watts y Addy, 2001; Joiner 2006).

5.2. Método Instrumental:

En las últimas décadas se han desarrollado instrumentos electrónicos que han logrado eliminar el factor subjetivo de la medición visual. El método instrumental se ha realizado principalmente con colorímetros, sistema de análisis de imágenes tomadas con cámaras digitales y espectrofotómetros, instrumentos que han demostrado ser confiables con un alto grado de precisión y exactitud. Se recomienda su uso como un complemento a la medición visual, tanto en el análisis del color de

restauraciones directas e indirectas, en la verificación de color en tratamientos estéticos como aclaramientos y en la comunicación con el laboratorio dental. El espectrofotómetro es el dispositivo que hasta el momento ha reportado mejor rendimiento “*in-vitro*” e “*in-vivo*” siendo el “Vita Easyshade” el con resultados más confiables. (Bersezio y cols; 2014)

5.2.1. Colorímetros:

Son instrumentos diseñados para la medición directa del color. 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. Los colorímetros no registran la reflectancia espectral y pueden ser menos precisos que los espectrofotómetros, ya que el envejecimiento de los filtros puede afectar adicionalmente la precisión. La imagen completa del diente se proporciona mediante el uso de tres bases de datos separadas: tercio superior o gingival, medio, e incisal (Sarafianou y cols; 2012, Chu y cols; 2010, Bersezio y cols; 2014).

5.2.2. Cámaras Digitales

La mayoría de las cámaras fotográficas digitales o de video de consumo adquieren información de imágenes en rojo, verde y azul que se utiliza para crear una imagen en color. El modelo de color RGB es un modelo aditivo con luz roja, verde y azul que se suman de varias maneras para reproducir una amplia gama de colores. Las cámaras digitales representan el enfoque más básico para la toma de color electrónica, que todavía requiere un cierto grado de selección subjetiva de la medición con el ojo humano. Se han utilizado varios enfoques para trasladar estos datos a información de color dental útil, el análisis mediante un software computacional especializado puede ser un método fiable en la medición del color dentario (Caglar y cols; 2010, Chu y cols; 2010).

5.2.3. Espectrofotómetros

Los espectrofotómetros son unos de los instrumentos más precisos, útiles y flexibles para la determinación de color en odontología. Miden la cantidad de energía luminosa reflejada de un objeto a intervalos de 1-25 nm a lo largo del espectro de luz visible (Kielbassa y cols; 2009). Un espectrofotómetro contiene una fuente de radiación óptica, un medio de dispersión de luz, un sistema óptico para medir, un detector y un convertidor de luz obtenida a una señal que se puede analizar. Los datos obtenidos del espectrofotómetro deben ser manipulados y traducidos a una forma útil para los profesionales de la odontología. Las mediciones obtenidas por los instrumentos se codifican frecuentemente a las guías dentales de color y se convierten en equivalentes (Lagouvardos y cols; 2009). En comparación con las observaciones realizadas por el ojo humano o las técnicas convencionales, los espectrofotómetros ofrecen un aumento del 33% en la precisión con respecto al método visual, y una coincidencia objetiva en el 99,3% de los casos (Paul y cols; 2002).

El Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) fue lanzado al mercado en el año 2002 y se ha convertido en el espectrofotómetro estándar para la medición objetiva de color de los dientes en estudios clínicos (Olms y Setz, 2013). En el año 2008, Vita presenta el Vita Easyshade compact, dispositivo inalámbrico, más pequeño y portátil, a un menor costo. Posee una punta de fibra óptica circular de 5 mm de diámetro, que necesita estar en contacto directo con la superficie del diente cuando se está realizando la medición (Figura 5). Diferentes modos de medición son posibles con Easyshade compact: modo de diente único, modo de área de diente (tonos cervicales, medios e incisales), verificación de color de restauración (incluye ligereza, croma y comparación de tonos), entre otros. Estos dispositivos determinan el color de acuerdo a los sistemas Vita classical (A1-D4) y VITA 3D-Master, además del sistema CIE L*a*b* (Chu y cols. 2010).



Figura 5. Aplicación clínica del espectrofotómetro EasyShade Compact. **(a)** Calibración del instrumento. **(b)** Medición del color. **(c)** Valores métricos de diferencia de color en comparación con el correspondiente tono del muestrario Vitapan Classical. **(d)** Valores de coordenadas de color y su equivalencia en el muestrario Vitapan 3D-Master (Chu y cols. 2010)

6. Tinciones Dentarias

Las tinciones dentarias varían en etiología, apariencia, localización, gravedad y adherencia a la estructura dental (Hattab y cols; 1999). La apariencia de los dientes depende de sus propiedades absorbentes o reflectantes de la luz y es influenciada por todas las estructuras que componen el diente, incluyendo el esmalte, la dentina y la pulpa. Cualquier cambio en estas estructuras durante la formación o durante el desarrollo y post erupción, puede causar un cambio en las propiedades de transmisión de luz y, por tanto, generar tinciones dentarias. Los tipos de tinciones se clasifican en: (Sulieman, 2008)

6.1. Tinciones Intrínsecas

Se producen tras un cambio en la composición estructural o el grosor de los tejidos duros dentinarios durante el desarrollo del diente (Sulieman, 2008). Pueden deberse a una alteración sistémica (por ejemplo, minociclina) o durante su desarrollo (tetraciclina), enfermedades infantiles, infección o traumatismo en un diente primario mientras el diente subyacente está en desarrollo, trauma en un diente permanente o cambios por el

envejecimiento natural y la acumulación de tinciones que han entrado en los dientes (Watts y Addy, 2001)

6.2. Tinciones Extrínsecas

Según sus causas se pueden dividir en dos categorías principales:

- Tinción directa: causada por compuestos incorporados en la película y que producen una mancha como resultado del color básico de los cromógenos, derivados de fuentes dietéticas o habitualmente colocados en boca. Estos cromógenos orgánicos son absorbidos por la película y el color impartido está determinado por el color natural del cromógeno. Se sabe que el tabaquismo y la masticación causan tinción, al igual que bebidas como el vino, té y café (Meireles y cols. 2010; Watts y Addy 2001). Este tipo de bebidas al ser consumidas en exceso causan pigmentaciones de tipo extrínsecas en las piezas dentarias. El aclaramiento dental es una forma efectiva para modificar la propiedad “valor” del color de las piezas dentarias, pero su estabilidad de color se ve afectada cuando las piezas tratadas entran en contacto con alimentos como son las bebidas cromógenas altamente consumidas en el mundo, siendo el vino la que causa mayor recidiva del color en el tiempo, del mismo modo es la que causa mayor tinción en los dientes no tratados (Arévalo y Larrucea, 2012).
- Tinción indirecta: donde hay interacción química en la superficie del diente con otro compuesto que produce la mancha (Meireles y cols. 2010; Watts y Addy 2001)

6.3. Tinciones Internalizadas

Es la incorporación de manchas extrínsecas dentro de la estructura dental después de la formación de éste. Ocurre en defectos del esmalte o en la superficie porosa de la dentina expuesta. Las vías por las que los pigmentos pueden internalizarse son:

(Watts y Addy, 2001)

- a) Defectos del desarrollo
- b) Defectos adquiridos
- c) Desgaste de los dientes y recesión gingival
- d) Caries dental
- e) Materiales restauradores.

7. Aclaramiento dental

Las consultas sobre estética dental han aumentado sustancialmente en los últimos años, incluyendo la preocupación del color de los dientes (Haywood, 2003).

Existe una gran variedad de métodos disponibles para aclarar los dientes, tales como pastas aclaradoras, profilaxis coronaria, micro abrasión del esmalte dental, aclaramiento vital y no vital, coronas y carillas (Demarco y cols. 2008). En comparación con las modalidades de tratamiento restaurador, el aclaramiento es el tratamiento más conservador (Sulieman 2008; Khin, 2007).

El aclaramiento dental, fue descrito por primera vez por Truman en 1864 en dientes no vitales. Posteriormente se han utilizado una variedad de medicamentos tales como cloruro, hipoclorito sódico, perborato sódico y peróxido de hidrógeno, solos o activados por calor.

El aclaramiento en dientes vitales fue reportado en 1868, mediante ácido oxálico o pirozono y agua con peróxido de hidrógeno. En 1911, el uso de peróxido de hidrógeno concentrado con un instrumento de calefacción o una fuente de luz se consideró un método aceptable en clínicas dentales. Además, a finales de 1960, se estableció una técnica exitosa de aclaramiento en el hogar cuando el ortodoncista, Bill Klusmier, indicó a sus pacientes un antiséptico oral de venta libre, éste contenía 10% de peróxido de carbamida suministrado a través de una cubeta que se ajustaba a los dientes, de uso nocturno. El Dr. Klusmier encontró que este tratamiento no sólo mejoraba la salud gingival sino también aclaraba los dientes.

Posteriormente, se comercializó "Proxigel" (una mezcla de peróxido de carbamida al 10%, agua, glicerina y carbopol) cuya principal característica era la liberación

lenta de peróxido de carbamida. Luego, Haywood y Heymann en 1989, describieron una técnica de aclaramiento en el hogar en su artículo, "Aclaramiento nocturno en dientes vitales", 2 años más tarde, se modifica la técnica adicionando unidades de fotocurado convencionales para activar el peróxido de hidrógeno (Sulieman, 2008). Posteriormente se han introducido muchas otras técnicas de aclaramiento con diversos productos (Alqahtani; 2014).

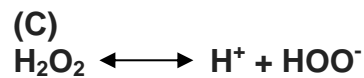
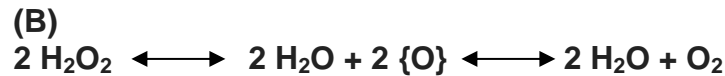
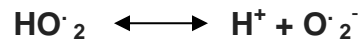
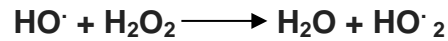
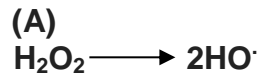
La mayoría de los estudios recientes de aclaramiento dental implican el uso de peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida. Este último material al entrar en contacto con agua se descompone en urea y peróxido de hidrógeno. Por ejemplo, un gel de peróxido de carbamida al 10% produciría un máximo de 3,6% de peróxido de hidrógeno. En general, la eficacia de los productos que contienen peróxido de hidrógeno es aproximadamente la misma cuando se compara con productos que contienen peróxido de carbamida con formatos y formulaciones equivalentes, ya sea probados *in vitro* o *in vivo*, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los productos (Joiner y Thakker, 2004; Kihn y cols, 2000)

7.1. Peróxido de Hidrógeno y su mecanismo de acción.

Una variedad de compuestos de peróxido, incluyendo peróxido de carbamida, peróxido de hidrógeno, perborato sódico y peróxido de calcio, se han utilizado como ingredientes activos para materiales aclaradores. Sin embargo, esencialmente todos los materiales extra coronales actualmente disponibles para aclaramiento de dientes vitales en los Estados Unidos, contienen peróxido de carbamida y/o peróxido de hidrógeno (Greenwall, 2001).

El aclaramiento dental en la actualidad se basa en el peróxido de hidrógeno como agente activo. El peróxido de hidrógeno actúa como un fuerte agente oxidante a través de la formación de radicales libres, moléculas reactivas de oxígeno y radicales derivados de peróxido de hidrógeno. Estas moléculas reactivas atacan las moléculas de cromóforo de color oscuro de cadena larga y las dividen en moléculas más pequeñas, menos coloreadas y más difusibles (Hägg, 1969;

Budavari y cols, 1989; Gregus y Klaassen, 1995; Cotton y Wilkinson, 1972; Dahl y Pallesen 2003).



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

7.2. Técnicas de Aclaramiento en dientes vitales

Los agentes aclaradores se pueden aplicar tanto en la superficie externa de los dientes (aclaramiento vital), o internamente dentro de la cámara pulpar (aclaramiento no vital) (Sulieman 2008).

Existen tres enfoques para el aclaramiento de dientes vitales: (Kihn, 2007).

7.2.1. Aclaramiento con productos de libre venta (OTC: Over The Counter)

Los agentes aclaradores de venta libre, fueron lanzados por primera vez en los Estados Unidos en 1990, con concentraciones más bajas de peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida y vendidos directamente a los consumidores para uso doméstico (Alqahtani, 2014). Estos productos se componen de una baja concentración de agente aclarador (3-6% de peróxido de hidrógeno) y los pacientes los aplican, a

través de gomas, tiras o pinturas, cubetas pre-fabricadas y pastas dentífricas (Zantner y cols; 2007). Se deben aplicar dos veces al día durante 2 semanas. Se considera que los productos OTC constituyen el sector en crecimiento del mercado odontológico (Kugel, 2003). Sin embargo, estos agentes aclaradores pueden tener seguridad cuestionable, porque algunos no están regulados por la administración de alimentos y fármacos (Alqahtani 2014).

7.2.2. Aclaramiento en casa supervisado por el odontólogo

El aclaramiento en el hogar básicamente implica el uso de un agente aclarador a baja concentración (10-20% de peróxido de carbamida, lo que equivale a 3,5-6,5% de peróxido de hidrógeno). En general, se recomienda que el peróxido de carbamida al 10% se use 8 horas por día, y la presentación de 15-20%, por 3-4 horas por día. Este tratamiento es realizado por los propios pacientes, pero debe ser supervisado por dentistas durante las visitas de control. El gel aclarador, se aplica a los dientes a través de un protector bucal fabricado a la medida, el que debe usarse durante la noche durante al menos 2 semanas (Sulieman, 2005).

Sin embargo, tiene algunas desventajas, ya que el cumplimiento del paciente es obligatorio y se han reportado altas tasas de abandono con ésta técnica. Además, el cambio de color depende de la diligencia de uso, y los resultados a veces no son satisfactorios, ya que algunos pacientes no recuerdan llevar las cubetas todos los días. Por el contrario, el uso excesivo por parte de pacientes demasiado exigentes, causa frecuentemente sensibilidad dental, que se informa tan alta como en el 67% de los casos (Alqahtani, 2014)

7.2.3. Aclaramiento en la consulta dental.

Utiliza agentes aclaradores en altas concentraciones de peróxido de hidrógeno (25-40%). Aquí, el odontólogo tiene el control durante todo el procedimiento y tiene la capacidad de detenerlo cuando se consigue el

efecto deseado de color. El gel se aplica directamente en los dientes, después del aislamiento y protección de los tejidos blandos. El agente puede ser activado (o no) por calor o luz durante una hora en la consulta dental. (Sulieman, 2004). Se pueden utilizar diferentes tipos de luces de fotocurado, para activar el gel o acelerar el efecto aclarador, algunas de ellas son las luces de halógeno, lámpara de plasma, luz de xenón, halógenas, láser diodo, o la luz de haluro de metal. El tratamiento en la consulta puede resultar en un blanqueamiento significativo después de la primera aplicación, pero se pueden necesitar más sesiones para lograr un resultado óptimo (Sulieman, 2005).

Dentro de sus ventajas, permite un mejor control del clínico, previene la ingestión del material y la exposición a los tejidos blandos, resultados más rápidos, reducción del tiempo total de tratamiento, mejor estabilidad del color y menor incomodidad, ya que no requiere el uso de tiras o cubetas (Kossatz y cols; 2011).

7.3. Seguridad del aclaramiento dental y efectos adversos

Las preocupaciones sobre la seguridad de los tratamientos y productos aclaradores siempre han existido, pero se intensificaron desde la introducción del aclaramiento en el hogar (Sulieman, 2008).

Los mecanismos de aclaramiento implican la degradación de la matriz extracelular y la oxidación de los cromóforos (compuestos químicos que producen la coloración de una sustancia), ubicados dentro del esmalte y la dentina. Sin embargo, el peróxido de hidrógeno produce también efectos locales indeseables sobre la estructura dental y la mucosa oral.

En el aclaramiento de dientes vitales, se ha reportado sensibilidad dental, alteración de la superficie del esmalte e interacción de los agentes aclaradores con las restauraciones. Sin embargo, los efectos del aclaramiento dental sobre las características físicas de la dentina, esmalte y mucosa oral son aún controversiales y dependen de la técnica que se haya empleado (Alqahtani, 2014; Dahl y Pallesen, 2003). No obstante, en condiciones clínicas normales, las dosis diarias utilizadas

para producir aclaramiento dental nunca generan efectos tóxicos agudos o subagudos generales (Goldberg y cols. 2010).

7.3.1. Efectos sobre materiales restauradores

Estudios *in vitro* sugieren que los materiales restauradores dentales pueden verse afectados por agentes aclaradores (Attin y cols; 2004). Estos hallazgos se relacionan con posibles cambios físicos y/o químicos en los materiales, como el aumento de la rugosidad superficial, el desarrollo de grietas, brechas marginales, liberación de iones metálicos y la disminución de la fuerza de adhesión de la restauración al diente. Tales hallazgos no han aparecido en informes ni estudios clínicos (ADA council, 2009).

7.3.2. Efectos en la estructura dental

A partir de un análisis de la literatura realizado por Goldberg y cols el 2010, se concluye que los mecanismos químicos del agente aclarador implican la alteración o destrucción de la matriz orgánica del esmalte, fenómeno que permite la difusión de peróxidos a través de los dientes, generando la oxidación de los cromóforos. El aclaramiento causa pequeños defectos en la superficie y subsuperficie del esmalte, mientras que la permeabilidad de la dentina se ve probablemente modificada y, como consecuencia, se observan casos de sensibilidad dental transitoria después del tratamiento. Sin embargo, debido a la capacidad remineralizante del esmalte, el agente aclarador que contiene peróxido de hidrógeno no tiene efectos relevantes sobre la microdureza del esmalte humano en condiciones clínicas. El tratamiento crónico con peróxidos puede no ser seguro, y este podría ser el caso cuando tales tratamientos se llevan a cabo sin supervisión de odontólogos (Goldberg y cols; 2010, Zantner y cols; 2007).

7.3.3. Sensibilidad Dental

La sensibilidad o hipersensibilidad dental se refiere al síndrome doloroso provocado por estímulos térmicos, mecánicos, táctiles, osmóticos, químicos y/o evaporadores,

que no se puede atribuir a ninguna otra patología (Mantzourani y Sharma, 2013).

Es el efecto adverso más frecuente del aclaramiento en dientes vitales y refleja un estado de pulpitis reversible (Alomari y El Daraa, 2010), el cual suele resolverse espontáneamente luego de finalizado el tratamiento (Swift, 2009).

La sensibilidad leve a moderada, puede ocurrir en hasta dos tercios de los usuarios durante las primeras etapas del aclaramiento dental (Hasson y cols; 2006), esta depende de la concentración de peróxido y el tiempo de contacto. Es muy probablemente el resultado del fácil paso del peróxido a través del esmalte intacto y la dentina a la pulpa durante un intervalo de exposición de 5 a 15 minutos. Sin embargo, no se han reportado secuelas pulpares adversas a largo plazo cuando se emplean técnicas apropiadas. La incidencia y gravedad de la sensibilidad dental puede depender de la calidad del material aclarador, las técnicas utilizadas y la respuesta de un individuo a los métodos y materiales de tratamiento. En el aclaramiento en la consulta, es esencial el aislamiento adecuado y la protección de los tejidos mucosos. Los dentistas también pueden considerar la prescripción de un antiinflamatorio antes del tratamiento, ya que la sensibilidad después del tratamiento es impredecible (ADA council, 2009).

7.4. Factores que afectan el aclaramiento dental

El resultado del procedimiento de aclaramiento dental, depende principalmente de la concentración del agente aclarador, de su capacidad para alcanzar las moléculas cromóforas y de la duración o número de veces que el agente está en contacto con ellas (Dahl y Pallesen, 2003).

7.4.1. Concentración y tiempo

La concentración y duración de aplicación son factores claves para determinar la eficacia global del tratamiento con productos de peróxido. Sulieman y cols; compararon la eficacia del aclaramiento *in vitro* de geles que contenían concentraciones de 5% y 35% de peróxido de hidrógeno y encontraron que cuanto mayor es la concentración, menor es el número de aplicaciones de gel necesarias para producir un aclaramiento uniforme (Sulieman y cols; 2004). En un estudio clínico de aclaramiento en el hogar con cubetas, Khin y cols; mostraron que un gel

de peróxido de carbamida al 15% generaba mayor aclaramiento dental que un gel de carbamida al 10% después de 2 semanas de uso (Kihn y cols; 2000). Este resultado fue confirmado en otro estudio clínico. Sin embargo, en éste último se extendió el tiempo de tratamiento a 6 semanas, consiguiendo similares resultados de cambio de color entre los compuestos (Matis y cols, 2000).

7.4.2. Luz y calor

Algunos estudios afirman que es posible reducir el tiempo total de aclaramiento en la consulta y mejorar su eficacia, al activar el peróxido de hidrógeno mediante el uso de diversas fuentes de luz (Marson y cols; 2008, Luk y cols; 2004, Joiner 2006; Kugel y cols; 2009). La ventaja teórica radica en la capacidad de la fuente de luz para calentar el peróxido de hidrógeno, aumentando así la velocidad de descomposición del oxígeno y acelerando la liberación de radicales libres con mayor energía cinética, mejorando la ruptura de moléculas cromóforas (Caviedes-Bucheli y cols; 2008). También se informa que la liberación de radicales hidroxilo a partir de peróxido de hidrógeno es posible a través de la excitación directa por luz.

Se han utilizado diferentes fuentes de luz para activar agentes aclaradores, incluyendo lámparas halógenas, lámparas ultravioleta e infrarroja, arcos de plasma, diodo y láseres. Estudios previos, confirman que la fuente de luz LED produce el menor aumento térmico durante el proceso de activación de la luz (Eldeniz y cols; 2005).

En estudios clínicos donde se emplearon geles aclaradores a concentraciones de 15% y 25% de peróxido de hidrógeno, se observó una mejora en el efecto de aclaramiento al ser activados por luz, por lo que una fuente de luz puede ser útil para activar el procedimiento de aclaramiento dental para geles de con peróxido de hidrógeno a bajas concentraciones (Kossats y cols; 2011).

La incorporación de las nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado ($N-TiO_2$) en el peróxido de hidrógeno, permite una reducción de la concentración requerida de este último, mejorando la biocompatibilidad del producto final e impidiendo así

la sensibilidad postoperatoria y aumentando la seguridad del tratamiento. El uso de una fuente de luz apropiada generará altas concentraciones de radicales libres y otras especies reactivas de oxígeno necesarias para romper los enlaces moleculares de pigmentos dentro de la estructura dental (Sakai y cols; 2007).

Según Suemori y cols; la nueva generación de agentes aclaradores con baja concentración de peróxido de hidrógeno, es más segura y eficaz, ya que favorece el proceso de aclaramiento sin la presencia del radical hidroxilo, minimizando así el daño a la estructura dental (Suemori y cols; 2008).

En un estudio de Bortolatto y cols; se reportó que el uso de peróxido de hidrógeno al 15% con $N-TiO_2$, fotocatalizado con luz LED / láser en pacientes entre 18 y 25 años de edad, generó como resultado una menor sensibilidad dental en comparación con un peróxido de hidrógeno convencional al 35%, y proporcionó una mayor eficacia, lo que sugiere que los agentes con bajas concentraciones deben ser la primera opción de tratamiento por seguridad del paciente. Sin embargo, la evaluación a corto plazo no proporcionó información sobre la longevidad del aclaramiento dental (Bortolatto y cols, 2014).

7.5. Estabilidad de color de los tratamientos de aclaramiento dental y tinciones extrínsecas adquiridas

Está bien establecido que los métodos de aclaramiento son eficientes. Sin embargo, después de algún tiempo, el color de las tinciones iniciales regresa, o en vista de la permeabilidad del esmalte dental, un nivel renovado de agentes de tinción extrínseca penetra y difunde a través del esmalte, incluso llegando a la dentina (Christensen; 2005). Se ha reportado regresión del color dental en las diferentes técnicas de aclaramiento. Sin embargo, una de las características más importantes a evaluar es el valor de la coordenada b^* (Wen Luo y cols; 2007).

En 1991, Rosentiel y cols; realizaron un ensayo clínico con peróxido de hidrógeno al 35% activado por luz, en el cual observaron un aumento de L^* , disminución de b^* y poco efecto de a^* , cambio que se produjo inmediatamente después de la

aplicación del agente aclarador. Sin embargo, se observó una regresión de color en la primera semana posterior al tratamiento, la cual aumentó después de seis a nueve meses. Leonard y cols, en un estudio clínico de aclaramiento en el hogar utilizando peróxido de carbamida al 10% en pacientes con tinciones por tetraciclina, informaron que el 83% de los ellos, no presentaron cambios obvios o sólo un ligero oscurecimiento, que no fue observado por otros, 6 meses posterior al tratamiento (Leonard y cols, 1999).

En el año 2003, Zekonis y cols; en un estudio *in vivo*, encontraron una menor recaída de color con la técnica de aclaramiento en la consulta (peróxido de hidrógeno al 35%; $\Delta E=3,63$), en comparación con la técnica en casa (peróxido de carbamida al 10%; $\Delta E=6,64$), ambas técnicas evaluadas 6 semanas post tratamiento en comparación con el color de base. Ese mismo año Shetri y cols; examinaron la técnica con peróxido de hidrógeno al 36% y determinaron que el color declinó después del aclaramiento, estabilizándose a la quinta semana.

En el 2007 Matis y cols, en un estudio clínico examinaron 8 concentraciones diferentes de peróxido de hidrógeno (desde 15% a 35%). Evaluaron el color al inicio, inmediatamente después del aclaramiento y posterior a la primera, segunda, cuarta y sexta semana, utilizando un colorímetro. Encontraron una recaída de ΔE del 51% a una semana y 65% a las seis semanas. Dos años más tarde, Matis y cols; mencionaron en su artículo de metanálisis que el punto final del aclaramiento en la oficina debe ser evaluado por lo menos cuatro semanas después de la aplicación del procedimiento, debido a la inestabilidad de color que se presenta en las primeras semanas.

En el 2011, Da Costa y cols; en un estudio clínico evaluaron un gel peróxido de hidrógeno al 38%, a los 30 minutos, 1 día y 15 días posterior a la aplicación. Mediante la medición del color encontraron regresión desde el primer día a 15 días. A los 30 minutos hubo un incremento en ΔE , ΔL y Δa , pero no hubo cambios en Δb , mientras que después del primer día de aclaramiento, Δb disminuyó y ΔL no tuvo ningún cambio significativo (Restrepo-Kennedy, 2012).

Según algunos estudios la estabilidad de color puede esperarse hasta en un 90%

de los pacientes después de un año del tratamiento, un 62% a 3 años y al menos 35% a los 7 años. Sin embargo, en otros estudios, se ha observado que el cambio en la coloración comienza alrededor de los primeros 6 meses de realizado el procedimiento, utilizando mediciones subjetivas de color con un amplio sesgo en los resultados (Arévalo y Larrucea 2012).

En un estudio clínico publicado el 2016 por Bacaksiz y cols; entre dos compuestos de peróxido de hidrógeno, uno al 25% activado por luz UV y otro al 36% activado por luz LED, se observó una ligera regresión de color con el producto con menor concentración en las mediciones de los 6 meses y continuó oscureciendo linealmente hacia las mediciones de 12 meses post aclaramiento. Por otro lado, los valores de color en el grupo de mayor concentración continuaron mejorando hasta los 6 meses, aunque la diferencia entre los grupos no fue estadísticamente significativa. El agente de peróxido con concentración a menor concentración mostró mayor regresión al final del período de un año (Ayca Bacaksiz y cols; 2016)

Mientras que el odontólogo controle el proceso, no es un problema agudo, pero cuando la regresión de color, es percibida por el paciente, la inestabilidad de la tinción puede conducir a múltiples tratamientos no controlados y, por lo tanto, a la repetida exposición del esmalte y encías a derivados de peróxido. También está claro que la concepción del paciente de los dientes blancos, es mediada mentalmente y se relaciona más con los conceptos sociales y sexuales que con una realidad, pero el punto final será que algunos individuos innecesariamente sobre-usan los dispositivos de aclaramiento dental (Aushill y cols; 2005).

Existen pocos estudios que evalúen la longevidad del efecto aclarador después de 1 año posterior al tratamiento. Además, la escasa evidencia que existe sobre estabilidad de color no es concluyente y la mayoría de los estudios clínicos disponibles corresponden a seguimientos de no más de seis meses (Meireles y cols; 2010).

Por lo tanto, en el presente estudio se realizó un seguimiento a largo plazo del tratamiento de aclaramiento dental en la consulta de un gel a baja concentración de peróxido de hidrógeno, donde se comparó la regresión objetiva de color, a los 9

y 12 meses posterior al aclaramiento dental de un gel peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado activadas por luz LED/ laser, versus un gel peróxido de hidrógeno al 35%.

La utilización de peróxido de hidrógeno a baja concentración con dióxido de titanio nitrogenado utilizado en el estudio podría disminuir los riesgos de sensibilidad asociada al tratamiento, obteniendo similares resultados estéticos que el gel convencional; es por esto que esperamos que no se presenten diferencias en la regresión de color entre los agentes aclaradores.

Hipótesis

No existe diferencia en la regresión de color dental en el aclaramiento en la consulta entre un gel peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado y un gel de peróxido de hidrógeno al 35%, ambos activados por luz LED/ laser.

Objetivo General

Evaluar la regresión de color con el espectrofotómetro Vita Easyshade Compact[®], entre un gel peróxido de hidrógeno al 6% con N_TiO₂ y peróxido de hidrógeno al 35% activados por luz LED/ laser a los 9 y 12 meses de aclaramiento dental en la consulta.

Objetivos Específicos

- Determinar con espectrofotómetro VITA EasyShade Compact[®] el color a los 9 y 12 meses de realizado el aclaramiento dental en la consulta, de dientes tratados con peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de N_TiO₂.
- Determinar con espectrofotómetro VITA EasyShade Compact[®] el color a los 9 y 12 meses de realizado el aclaramiento dental en la consulta, de dientes tratados con peróxido de hidrógeno al 35%.
- Comparar la regresión de color, entre el primer mes versus los 9 y 12 meses de realizado el aclaramiento dental en la consulta, del grupo tratado con peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de N_TiO₂, utilizando espectrofotómetro VITA EasyShade Compact[®].
- Comparar la regresión de color, entre el primer mes versus los 9 y 12 meses de realizado el aclaramiento dental en la consulta, del grupo tratado con peróxido de hidrógeno al 35%, utilizando espectrofotómetro VITA EasyShade Compact[®].

- Comparar la regresión objetiva de color, entre el grupo tratado con peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de $N\text{-TiO}_2$ versus el grupo de peróxido de hidrógeno al 35%, a los 9 y 12 meses de realizado el aclaramiento dental.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un ensayo clínico doble ciego controlado de boca dividida, siguiendo las recomendaciones de CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) y los principios de Helsinki. Se basó en el seguimiento a los 9 y 12 meses posterior al tratamiento de un estudio aprobado por el comité de ética, adscrito al proyecto PRI-ODO 2015/001, de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Muestra

Se citó a la totalidad de los pacientes que participaron voluntariamente en el estudio adscrito a proyecto PRI-ODO 2015/001 “Eficacia y seguridad del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz” (n= 30). Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó el software GPower 3.1, considerando un nivel de significación del 5%, un poder estadístico del 80% y una pérdida de 5%. Estos cálculos resultaron en un tamaño muestral de 28 por grupo, debido a las posibles pérdidas reportadas en estudios clínicos, se aumentó a 30 el número total de pacientes.

Los criterios de inclusión y exclusión que los pacientes debían cumplir al inicio del estudio, fueron los siguientes:

Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años de ambos géneros.
- Pacientes que presentaran todos sus dientes antero superiores e inferiores sin restauraciones o con restauraciones pequeñas.
- Sin experiencia previa de aclaramiento dentario

- Valor dentario A2 o superior determinado por el espectrofotómetro VITA Easyshade.

Criterios de exclusión

- Pacientes embarazadas o en periodo de lactancia.
- Pacientes portadores de aparatos fijos de ortodoncia.
- Pacientes con dientes manchados por tetraciclina o fluorosis.
- Pacientes con hipoplasias del esmalte grado GF3 o más.
- Pacientes con cáncer.
- Pacientes que al examen clínico y/o radiográfico presentaran caries, lesiones periapicales, reabsorciones dentarias externas o internas y/o enfermedad periodontal.

Aclaramiento

La técnica utilizada fue aclaramiento dental en la consulta, con diseño de boca dividida. En cada paciente se asignó al azar un grupo por hemiarcada utilizando Microsoft Excel 2010 (Microsoft, Redmond, Washington, USA). Los grupos fueron los siguientes:

- Grupo A (experimental): peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado (Lase Peroxide Lite®, Dmc equipamentos, São carlos, São Paulo-Brasil, registro anvisa 80030810082).
- Grupo B (control): peróxido de hidrógeno al 35% (Lase Peroxide Sensy®, Dmc equipamentos, São Carlos, São Paulo-Brasil, registro anvisa 80030810033).

Se realizó aislamiento gingival mediante el uso de una resina fotopolimerizable (Lase Protect, Dmc, Sao Carlos, Brasil), según indicaciones del fabricante. En ambos grupos se utilizó un protocolo de aclaramiento de 3 sesiones espaciadas por una semana, cada sesión constaba de 2 aplicaciones de 12 minutos cada una activadas con luz LED azul/láser infrarrojo (Whitening Lase Light Plus, DMC - Equipos).

Se registró el color de los dientes al inicio del tratamiento e inmediatamente después de la 1°, 2° y 3° sesión de aclaramiento (Martin y cols. 2015), además se realizaron sesiones de control a la primera semana y mes, datos que fueron debidamente registrados en la ficha clínica de cada paciente. Todas las mediciones de color fueron realizadas con espectrofotómetro VITA Easyshade Compact® (Vita Zahnfabrik, BadSackingen, Alemania), de acuerdo al sistema CIELab, en el tercio medio de los incisivos centrales superiores mediante una matriz de silicona fabricada previamente para cada paciente.

Calibración de los evaluadores

Para el registro de color se calibraron 3 evaluadores, intra e inter operador, con acuerdo de 85% de las mediciones (Kappa 0,85). Se realizó la medición de color del sector anterosuperior, de 4 pacientes voluntarios, utilizando espectrofotómetro VITA EasyShade Compact®. Los examinadores tomaron sus mediciones en la misma habitación y condiciones de iluminación, de forma independiente en dos tiempos distintos, con una semana de diferencia.

Materiales

- Piedra pómez y escobillas de profilaxis
- Micromotor y contra ángulo.
- Matriz de Silicona de cada paciente, la misma utilizada en las mediciones objetivas previas.
- Espectrofotómetro VITA Easyshade Compact® (Vita Zahnfabrik, BadSackingen, Alemania).

Documentación

Previo a iniciar el tratamiento, en el estudio de efectividad del agente peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de N_TiO₂ (2015), se les solicitó a los pacientes firmar un consentimiento informado (anexo 1), en el cual se especificaban una serie de controles. Además, se completó una ficha clínica básica por cada paciente (anexo 2), donde se incorporó una hoja donde se tabularon las mediciones de color.

Medición de Color

Se midió el color de los incisivos centrales superiores en el tercio medio de la superficie vestibular, utilizando la matriz de silicona de cada paciente (Figura 7a), la cual posee un orificio de 5mm de diámetro donde entra exactamente la punta del espectrofotómetro, con el objetivo de estandarizar la medición en los distintos controles.

El método de evaluación de color objetivo fue mediante espectrofotómetro VITA Easyshade Compact[®], el cual se calibró previo a cada medición, de acuerdo a las instrucciones del fabricante (Figura 6) y luego fue posicionado de manera perpendicular a la superficie vestibular de los dientes 8 y 9, introduciendo la punta del espectrofotómetro en los orificios confeccionados en la matriz de silicona de cada paciente (Figura 7b). Se realizaron tres tomas de color consecutivas por cada diente, en mismas condiciones de luz y posición del instrumento, hasta conseguir coincidencia de resultados entre dichas mediciones. El sistema de cuantificación del color se realizó de acuerdo al sistema CIELab, donde se registraron los valores L*, a* y b* entregados por el espectrofotómetro (Figura 8) por cada uno de los dientes, datos que fueron tabulados para su análisis posterior.

Control ciego

Los evaluadores y el estadístico no tenían conocimiento del agente aclarador que fue utilizado en las hemiarcadas de los pacientes.

Evaluación 9 y 12 meses posterior al aclaramiento

En el control de los 9 y 12 meses post aclaramiento, se realizó un examen clínico

dónde se midió el color con Espectrofotómetro VITA EasyShade Compact[®], posterior a una limpieza coronaria de los dientes a evaluar, por medio de escobillas profilácticas y piedra pómez, con el fin de eliminar tinciones adquiridas por cromógenos derivados de fuentes dietéticas y mejorar la precisión de la medición.

Ambas mediciones de color, se realizaron mediante el posicionamiento de la matriz de silicona, con la cual se realizaron todas las mediciones previas.

La zona a evaluar fue el tercio medio de la cara vestibular de los dientes 8 y 9, cada uno de los cuales fue tratado al azar con peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de N-TiO₂ (grupo A) y peróxido de hidrógeno al 35% (grupo B).

Se recopilaron y tabularon los valores de L*, a* y b* de ambos grupos. Luego se calculó la variación total de color (ΔE) de ambos grupos. Posteriormente para comparar la regresión de color, se usaron los datos obtenidos en la evaluación de color objetiva del primer mes posterior al aclaramiento como color inicial, obteniendo los valores de ΔL , Δa , Δb y ΔE ; como se muestra en los siguientes cuadros:

Regresión ΔL 9 meses = L* 9 meses - L* Mes
Regresión ΔL 12 meses = L* 12 meses - L* Mes

Regresión Δa 9 meses = a* 9 meses - a* Mes
Regresión Δa 12 meses = a* 12 meses - a* Mes

Regresión Δb 9 meses = b* 9 meses - b* Mes
Regresión Δb 12 meses = b* 12 meses - b* Mes

Regresión ΔE 9 meses = ΔE 9 meses - ΔE Mes
Regresión ΔE 12 meses = ΔE 12 meses - ΔE Mes

Finalmente se comparó la regresión de color de los parámetros ΔL , Δa , Δb y ΔE entre ambos grupos en los distintos tiempos por medio de la prueba u de Mann-Whitney. Todas las pruebas estadísticas se realizaron utilizando el software SPSS 21.0 (spss inc. Chicago, il, usa).



Figura 6. Calibración del espectrofotómetro Vita Easyshade Compact®

a)



b)



Figura 7. a) Matriz de silicona de uno de los pacientes participantes del estudio con los orificios para la medición de color de los dientes 8 y 9. **b)** Medición clínica de color con espectrofotómetro Vita Easyshade Compact®, estandarizado por medio de la matriz de silicona.



Figura 8. Lecturas espectrofotométricas de las coordenadas de color.

Resultados

- Flujograma de pacientes que participaron en el estudio

De los 31 pacientes inicialmente tratados, 30 asistieron al control de primer mes post tratamiento. En el control de los 9 meses, asistieron 27 pacientes, con una pérdida de 2, ya que no pudieron ser reubicados. En el control de los 12 meses se registró una pérdida de 2 pacientes que no pudieron asistir por incompatibilidad de horario, por lo que finalmente 25 pacientes fueron evaluados en todos los controles. (Figura 9).

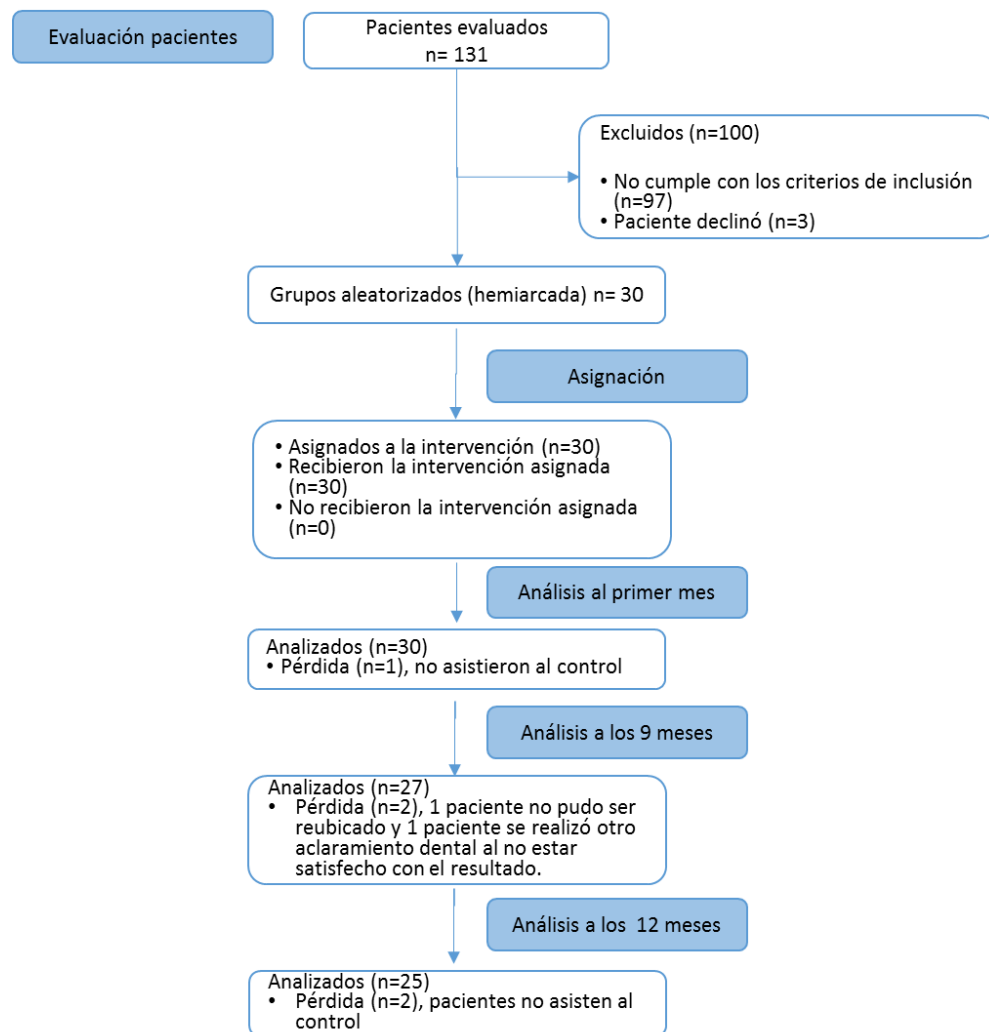


Figura 9. Diagrama de flujo CONSORT.

- **Control 9 y 12 meses post aclaramiento**

A continuación, se presenta la distribución por género y edades del flujo total de pacientes (n=25), que completaron los controles de los 9 y 12 meses (Tabla 1).

Género	N	Porcentaje	Promedio edades
Femenino	10	40%	24,7 ± 5,86
Masculino	15	60%	23,1 ± 2,81
Total	25	100%	24,1 ±4,95

Tabla 1. Distribución por género y edades.

- **Evaluación del color dental**

Los datos fueron expresados en términos de L*, a* y b* a los distintos tiempos de evaluación. Se presenta la mediana de los datos, con sus valores mínimo y máximo entre paréntesis, de la forma (mínimo / máximo).

- 1. Parámetro L***

Tanto en el grupo A como en el B, se observó un aumento de luminosidad en el control del mes de 3 y 3,05 unidades respectivamente en comparación con el valor inicial. En el grupo tratado con peróxido de hidrógeno al 6%, se observa una disminución de L* a los 9 meses y luego un aumento en el control de los 12 meses, sin embargo, no se alcanza el valor obtenido al mes. En el caso del peróxido al 35% el mayor L* se presenta en el control de los 9 meses, el que luego disminuye a los 12 meses (Tabla 2).

	L* inicial	L* mes	L* 9 meses	L* 12 meses
Grupo A (Peróxido de hidrógeno al 6% con N_TiO ₂)	85,6 (71,8 / 90,2)	88,6 (72,4 / 91,5)	87,95 (72,8 / 91,9)	88,05 (73,2 / 92,7)
Grupo B (Peróxido de hidrógeno al 35%)	85,75 (66,8 / 89,8)	88,8 (72,5 / 93,1)	89,2 (74,8 / 92,7)	89 (73 / 95,1)

Tabla 2. Mediana del valor L*, perteneciente al espacio CIELAB, de ambos compuestos a distintos tiempos.

2. Parámetro a*

En ambos grupos se observa una disminución del valor de a* al mes en comparación con el valor inicial, mostrando una diferencia absoluta de 0,85 para el grupo A y 1,3 para el grupo B (disminución de la cromaticidad). En el grupo A, el menor valor de a* se obtuvo en el control del mes, observándose un leve aumento progresivo a los 9 y 12 meses. En el grupo B, el valor de a* se mantuvo constante al primer y noveno mes, presentando un leve aumento a los 12 meses (Tabla 3).

	a*inicial	a*mes	a* 9 meses	a* 12 meses
Grupo A (Peróxido de hidrógeno al 6% con N_TiO ₂)	-0,25 (-6 / 3)	-1,1 (-2,9 / 2,7)	-1,05 (-2,7 / 2,9)	-1 (-3,1 / 2,8)
Grupo B (Peróxido de hidrógeno al 35%)	-0,5 (-2,5 / 3)	-1,8 (-4,4 / 2,5)	-1,8 (-3,1 / 2,8)	-1,75 (-3,6 / 2,8)

Tabla 3. Mediana del valor eje a*, perteneciente al espacio CIELAB, de ambos compuestos a distintos tiempos.

3. Parámetro b*

Se observa una disminución de b* en ambos grupos, en el control del mes comparado con valor inicial, mostrando una diferencia de 3,5

unidades para el grupo A y 6,45 unidades para el grupo B (disminución de la cromaticidad). En ambos grupos el menor valor obtenido se presentó en el control del mes (Tabla 4).

	b* inicial	b* mes	b* 9 meses	b* 12 meses
Grupo A (Peróxido de hidrógeno al 6% con N_TiO ₂)	24,3 (9,1 / 31,3)	20,8 (15,8 / 25,3)	21,4 (16,6 / 30,3)	20,9 (17,2 / 29,2)
Grupo B (Peróxido de hidrógeno al 35%)	24,3 (16,1 / 32,7)	17,85 (12,6 / 21,6)	18,2 (11,8 / 27,5)	18,55 (15,2 / 27,9)

Tabla 4. Mediana del valor b*, perteneciente al espacio CIELAB, de ambos compuestos a distintos tiempos.

- **Regresión de color**

1. Regresión ΔL

En el grupo A se observa una regresión constante en el control de los 9 y 12 meses, mientras que en el grupo B hubo una disminución a la mitad en el último control en comparación con el obtenido a los 9 meses. Según los resultados del test Mann Whitney, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos A y B en la regresión de ΔL durante todos los tiempos de la evaluación ($p > 0,05$) (Tabla 5).

	Regresión ΔL 9 meses	Regresión ΔL 12 meses
Grupo A (Peróxido de hidrógeno al 6% con N_TiO ₂)	0,15 (-4,3 / 3,7)	0,15 (-6,3 / 4,4)
Grupo B (Peróxido de hidrógeno al 35%)	0,6 (-2,6 / 4,8)	0,3 (-1,8 / 5,1)
Mann Whitney (p)	0,546	0,697

Tabla 5. Mediana de la regresión de color ΔL , en diferentes tiempos, en relación a su color al

mes.

2. Regresión Δa

En el grupo tratado con peróxido de hidrógeno al 6% se observa una disminución de la regresión Δa a los 12 meses comparada con el control de los 9 meses, mientras que en el grupo de peróxido al 35% este valor se mantiene constante.

Según los resultados del test Mann Whitney, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos A y B en la regresión de Δa durante todos los tiempos de la evaluación ($p > 0,05$) (Tabla 6).

	Regresión Δa 9 meses	Regresión Δa 12 meses
Grupo A (Peróxido de hidrógeno al 6% con N_TiO ₂)	0,15 (-1 / 2,1)	0,05 (-0,9 / 1,8)
Grupo B (Peróxido de hidrógeno al 35%)	0,2 (-0,6 / 2,1)	0,2 (-0,5 / 1,8)
Mann Whitney (p)	0,934	0,755

Tabla 6. Mediana de la regresión de color Δa , en diferentes tiempos, en relación a su color al mes.

3. Regresión Δb

Los valores de Δb para el grupo A y B se presentan similares, con un leve aumento y disminución en el control de los 12 meses respectivamente, en comparación con el control de los 9 meses.

Según los resultados del test Mann Whitney, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos A y B en la regresión de Δb durante todos los tiempos de la evaluación ($p > 0,05$) (Tabla 7).

	Regresión Δb 9 meses	Regresión Δb 12 meses
Grupo A (Peróxido de hidrógeno al 6% con N_TiO ₂)	0,8 (-2,4 / 6,3)	0,85 (-2,5 / 7,9)
Grupo B (Peróxido de hidrógeno al 35%)	0,85 (-2,7 / 5,9)	0,8 (-1 / 6,3)
Mann Whitney (p)	0,812	0,315

Tabla 7. Mediana de la regresión de color Δb , en diferentes tiempos, en relación a su color al mes.

4. Regresión ΔE

Se observa que el valor ΔE de ambos grupos en todos los tiempos fue negativo, lo que indica que hubo una disminución de éste valor en el control de los 9 y 12 meses en comparación con el obtenido en el primer mes.

Según los resultados del test Mann Whitney, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos A y B en la regresión de ΔE durante todos los tiempos de la evaluación ($p > 0,05$) (Tabla 8).

	Regresión ΔE 9 meses	Regresión ΔE 12 meses
Grupo A (Peróxido de hidrógeno al 6% con N-TiO ₂)	-0,54 (-7,53 / 2,43)	-0,12 (-10,15 / 2,7)
Grupo B (Peróxido de hidrógeno al 35%)	-0,66 (-6,08 / 2,47)	-0,7 (-6,14 / 1,55)
Mann Whitney (p)	0,680	0,095

Tabla 8. Mediana de la regresión de color ΔE , en diferentes tiempos, en relación a su color al mes.

Discusión

La creciente demanda de aclaramiento dental ha llevado a muchos fabricantes e investigadores a desarrollar nuevos y mejores productos (Alqahtani 2014), este procedimiento es considerado una alternativa terapéutica conservadora y relativamente fácil para el tratamiento de tinciones (Sulieman 2008). El aclaramiento en la consulta se realiza generalmente exponiendo los dientes a altas concentraciones de agentes aclaradores (por ejemplo, peróxido de hidrógeno en concentraciones de 25 a 35%) durante periodos de tiempo más cortos con alta efectividad incluso en una sola sesión, pero en la mayoría de los casos se acompaña de un aumento de la sensibilidad dental o gingival de algún tipo (Joiner, 2006). Este inconveniente ha obligado a los investigadores a buscar un método eficaz de agente aclarador con seguridad mejorada tanto para los dientes como para los tejidos blandos. La solución de peróxido de hidrógeno de baja concentración que contiene un fotocatalizador de dióxido de titanio se utiliza como agente seguro para el aclaramiento en la consulta (Suemori 2008); sin embargo, las evaluaciones a corto plazo de éstos nuevos compuestos, no proporcionan mayor información sobre la longevidad del aclaramiento dental (Bortolatto y cols, 2014).

El objetivo del presente estudio fue evaluar y comparar la regresión objetiva de color a largo plazo, entre un agente peróxido de hidrógeno a baja concentración (6%) con nanopartículas de dióxido de titanio y un gel peróxido de hidrógeno convencional (35%) ambos activados por luz LED/ laser.

La hipótesis propuesta en esta investigación es aceptada, ya que a pesar de que hubo algunas diferencias en cuanto a la regresión de color entre los grupos, las pruebas estadísticas indican que no existen diferencias significativas entre los agentes, obteniéndose un valor $p > 0,05$ en la prueba de Mann Whitney en todos los

tiempos y parámetros de regresión medidos.

Al evaluar la estabilidad de color la creencia general es que a mayor concentración del producto es mayor el efecto, sin embargo, factores como el número de sesiones y el tiempo de aplicación de los compuestos también entran en juego (Al Shetri et al, 2003). En nuestro estudio ambos geles fueron sometidos al mismo protocolo de sesiones y tiempos de aplicación, y se obtuvo una variación similar en el tiempo, lo que indica que la regresión de color es un proceso que depende de múltiples factores. La incorporación del dióxido de titanio nitrogenado posiblemente esté implicado en los resultados, ya que está descrito que es capaz de lograr un efecto aclarador similar a los agentes a altas concentraciones, porque potencia la descomposición del peróxido de hidrógeno, generando mayor cantidad de radicales libres (Suemori y cols, 2008).

El cálculo de la regresión de color se realizó por medio de la diferencia de los parámetros L^* , a^* , b^* y ΔE obtenidos en los controles del noveno y décimo segundo mes menos los valores respectivos del primer mes post aclaramiento, ya que en el metanálisis de Matis y cols. del 2009 se determinó que el punto final del aclaramiento en la consulta debe ser evaluado por lo menos cuatro semanas después de la aplicación del procedimiento, debido a la inestabilidad de color que se presenta en las primeras semanas (Matis y cols, 2009).

Las mediciones de color dental fueron realizadas con el método instrumental, con el fin de reducir las imprecisiones y las inconsistencias de los métodos tradicionales (Olms y Setz, 2013). El instrumento utilizado fue el espectrofotómetro digital VITA Easyshade Compact[®], ya que se ha convertido en el estándar de referencia para la determinación de color dental en estudios clínicos (Meireless y cols; 2008). No obstante, la espectrofotometría de reflectancia para la evaluación del color, ha demostrado dar resultados reproducibles, pero puede conducir a errores sistemáticos debido a las superficies curvas y translucidez de los dientes (Kalyana y cols; 2010). Para ello se confeccionaron matrices de silicona por cada paciente, en la cual se realizaron orificios con el perímetro exacto para la entrada de la punta del espectrofotómetro, en el tercio medio de los incisivos centrales superiores, con el fin de estandarizar la medición.

En las recomendaciones de la ADA (American Dental Association) se estipula que para que se produzca el efecto de aclaramiento dental, la luminosidad representada por el valor de L^* debe aumentar y la cromaticidad de las coordenadas a^* y b^* debería disminuir con respecto al color de base (Ontiveros y Paravina, 2009), presentándose una diferencia total de color ΔE (Baltzer y Kaufmann-Jinoian 3004). En nuestro estudio los resultados mostraron que en ambos grupos hubo aumento de la luminosidad: en el grupo con peróxido al 6% se observa que el mayor L^* se obtiene al mes, mientras que en el peróxido al 35% sigue aumentando hasta los 9 meses. En el eje a^* se observa disminución en ambos grupos desde el valor inicial, el cual se mantiene con pocas variaciones respecto al control del mes. Wiegang y cols; en un estudio *in vitro* cuantificaron la regresión de color de diferentes muestras de esmalte aclarado, dentina y esmalte-dentina combinadas durante 12 meses. Se utilizaron cuatro técnicas diferentes de aclaramiento: tiras (peróxido de hidrógeno al 6%), Illumine 15% (peróxido de hidrógeno 5,4%), Opalescence Xtra Boost (peróxido de hidrógeno al 38%) y perborato sódico (peróxido de hidrógeno al 16,3%). Al igual que nuestros resultados Wiegang y cols; encontraron un cambio de color significativo en ΔE , y ΔL^* declinó después de doce meses; sin embargo, Δb no presentó disminución en cualquiera de las muestras. Finalmente, afirmaron que los especímenes de esmalte-dentina tratadas durante un período de un año no eran estables con el tiempo (Wiegang y cols; 2008). A diferencia del estudio mencionado anteriormente, nuestros resultados sobre el parámetro b^* disminuyeron para los dos agentes, consiguiéndose el menor valor al mes post tratamiento, hay que tener en cuenta que los resultados obtenidos de los estudios *in vitro* no pueden aplicarse directamente a la situación clínica (Wiegang y cols; 2008), ya que los espesores de los tejidos y el ambiente de la cavidad oral no son equivalentes.

En el caso del gel de peróxido al 6% el valor b^* se presenta prácticamente sin variación en el control de los 12 meses, lo que denota una mantención del efecto de aclaramiento a largo plazo. La reducción del color amarillo (b^*) es el efecto más significativo de los procedimientos de aclaramiento dental, ya que está asociado con el envejecimiento (Tavares 2003) e influye fuertemente en la percepción del paciente (Joiner y cols; 2008). Según un estudio de Tavares y cols. donde se evaluó el efecto de la luz se concluyó que al probar un tratamiento de aclaramiento

en la consulta con una dosis relativamente baja de peróxido de hidrógeno (15%) activada por luz durante un período de una hora, se logró un alto nivel de aclaramiento dental que persistió por lo menos por seis meses (Tavares y cols; 2003). Esto coincide con los resultados observados en nuestro estudio, que también se deben al hecho de que un agente aclarador a base de peróxido de hidrógeno con dióxido de titanio absorbe luz visible, y los radicales hidroxilo se generan por absorción de la luz visible, así como por el aumento de temperatura, y por consiguiente esto proporcionaría un efecto aclarador adicional (Suemori 2008), sin embargo en otros reportes de la literatura no se ha visto mejoras con el uso de la luz como es el caso del estudio clínico de Hein y cols, donde compararon geles de peróxido de hidrógeno a distintas concentraciones (28, 41 y 42%) con y sin activación de luz y no encontraron diferencias en el efecto aclarador entre los compuestos (Hein y cols, 2003). Tal vez el efecto no fue notorio en el estudio de Hein, ya que las concentraciones de peróxido utilizadas eran relativamente altas y se ha descrito que una fuente de luz puede ser útil para activar el procedimiento de aclaramiento dental para geles a bajas concentraciones, generando un aumento de radicales hidroxilo que compensa la baja concentración del gel (Kossats y cols. 2011).

La regresión del color dental es un fenómeno que puede ocurrir después de un procedimiento de aclaramiento, está descrito como un proceso que comienza 2 semanas después de finalizado el tratamiento y se desarrolla por un largo período de tiempo (Greenwall. 2001). Las recomendaciones de la ADA indican que al menos el 50% de la población controlada a los tres y seis meses debería mantener un cambio de color perceptible por efecto del aclaramiento (ADA council, 2009), es decir un $\Delta E > 2$, ya que menores diferencias entre colores, son difícilmente reconocidos por el ojo humano (Baltzer y Kaufmann-Jinoian 2003).

En nuestro estudio los resultados sobre la regresión total de color ΔE son concordantes con la ADA y muestran que el mayor cambio de color se produjo en el control del mes para ambos agentes (grupo A: $\Delta E = 5,57$ y grupo B: $\Delta E = 7,98$) (Martín y cols; 2015) y luego fue disminuyendo en ambos grupos con un rebote menor a 1 unidad hasta la evaluación de los 12 meses, lo que clínicamente no fue

perceptible, reflejándose en la satisfacción de los pacientes. A diferencia de lo encontrado por Zekonis y cols. en su estudio clínico de tres meses, donde compararon dos tratamientos de aclaramiento, en el hogar con peróxido de carbamida al 10% y en la consulta con peróxido de hidrógeno al 35% encontraron que el gel a mayor concentración generó una menor regresión de color en el tiempo (Zekonis y cols 2003). A pesar de que ambos compuestos se comportan de manera similar en cuanto a la mantención del efecto de aclaramiento, el peróxido al 35% logró mayor magnitud de variación total de color ΔE , esto podría deberse a que concentraciones más altas de peróxido penetran más en el esmalte y la dentina (Soares y cols, 2013), también podría influir el hecho de que ambos agentes fueron aplicados por 72 minutos en total, aun cuando existe una gran diferencia de concentraciones entre ellos, esto queda explicado por los estudios clínicos de Matis y Leonard, donde compararon la eficacia del peróxido de carbamida al 10%, con el 15% y el 16 %, respectivamente. En ambos estudios, los autores encontraron que la mayor concentración de peróxido de carbamida era más eficiente que la menor concentración. Sin embargo, ambos estudios también concluyeron que, aunque las concentraciones más bajas de peróxido tardan más en aclarar los dientes, finalmente consiguen los mismos resultados (Ghassan y cols, 2000), en nuestra investigación aun cuando ambos geles fueron aplicados por la misma cantidad de minutos, con el peróxido de hidrógeno al 6% y nanopartículas de dióxido de titanio se obtuvo el nivel de eficacia recomendado por la ADA, y no se presentaron cambios en la regresión de color a largo plazo entre los compuestos, por lo que este producto obtiene buenos resultados y a su vez disminuye la probabilidad de la incidencia de sensibilidad dental por su baja concentración.

Considerando que no hubo diferencias en la regresión total de color ΔE , la regresión de color representada por ΔL , Δa y Δb como es de esperar no tuvo rebotes significativos para ninguno de los agentes en los controles de los 9 y 12 meses. Considerando los numerosos productos utilizados en los estudios y la gran variación en los protocolos de aplicación, la comparación de los resultados de los estudios clínicos con respecto a la eficacia de aclaramiento y especialmente la estabilidad del color es difícil (Wiegand y cols., 2008).

Cabe destacar que los cromógenos externos (café, vino, nicotina, iones metálicos) pueden contribuir en la regresión del color de los dientes tratados. Esto explicaría los resultados de algunos estudios *in vivo*, que mostraron que la mantención del color a largo plazo de los dientes sometidos a aclaramiento es menos estable (Wiegand 2008). Además, la tasa de retratamiento reportada por Dahl y Pallesen asciende a un 10% al primer año y a un 20-25% al tercer año (Dahl y Pallesen, 2003). A pesar de que el aclaramiento dental es considerado un tratamiento conservador, no está exento de riesgos y la sensibilidad dental es el efecto adverso más frecuentemente reportado en dientes vitales, la cual de acuerdo a numerosos estudios depende directamente de la concentración del agente peróxido de hidrógeno y del tiempo que éste permanece en contacto con la estructura dental. En base a estos antecedentes sugerimos controles periódicos con el odontólogo en pacientes altamente exigentes con su estética dental, donde se realicen mediciones con espectrofotómetro y evaluación del ΔE respecto al color de base, de tal manera de tomar medidas preventivas cuando los valores se acerquen a los percibidos por el ojo humano, evitando la necesidad de usar agentes a altas concentraciones con el fin de promover tratamientos biológicamente más seguros.

La imposibilidad de controlar los hábitos de los pacientes como el consumo de tabaco, bebidas gaseosas con colorantes, café, té o vino, fueron una limitación y podrían ser considerados en nuevas investigaciones sobre aclaramiento dental. Es fundamental seguir la línea del estudio, con el fin de potenciar la creación de agentes aclaradores eficaces e inocuos para el paciente, que se ajusten a las recomendaciones propuestas por la Unión Europea y el Comité Científico de Productos de Consumo de Europa. Se sugiere aumentar el número de la muestra, para mayor validez de los resultados y definir valores de referencia en los que sea necesario un nuevo aclaramiento, y así evitar el retratamiento, disminuyendo los riesgos de ocurrencia de efectos adversos.

Conclusión

No existe diferencia estadísticamente significativa en la regresión de color, medida con el espectrofotómetro Vita Easyshade Compact[®], entre un gel peróxido de hidrógeno al 6% con N-TiO₂ y peróxido de hidrógeno al 35% activados por luz LED/ laser a los 9 y 12 meses de aclaramiento dental en la consulta. Por lo que el compuesto a bajas concentraciones, además de mostrar eficacia en el efecto aclarador, presentó una estabilidad de color a largo plazo similar al agente convencional, de esta manera se presenta como una opción válida para el aclaramiento en la consulta, aumentando la seguridad del tratamiento y disminuyendo el riesgo de efectos adversos asociados.

Referencias Bibliográficas

Alqahtani M. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 26. 33–46.

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.

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

Arévalo Pineda M, Larrucea Verdugo C. (2012). Recidiva del color dentario por té, café y vino: *In vitro*. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral*. 5(2): 57-65.

Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. (2004). Effect of bleaching on restorative materials and restorations—a systematic review. *Dent Mater*. 20:852-61.

Aushill TM, Hellwig E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler NB (2005) Efficacy, side effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent* 30:156–163.

Ayca Bacaksiz, Ozlem Tulunoglu, Ibrahim Tulunoglu. (2016). Efficacy and stability of

two bleaching agents in Adolescents: 12 months follow-up. *J Clin Pediatr Dent*; 40 (4):269-73.

Baltzer A, Kaufmann-Jinoian V. (2004) La determinación del color del diente. *Quintessenz Zahntechnik*. 7. 726–740.

Bersezio C, Batista O, Vildósola P, Martín J, Fernández E, Angel P, Estay J, Corral C. (2014). Instrumentation for assessment of color in dentistry. *Revista Dental de Chile*, 105 (1). 8-12

Billmeyer FW, Saltzman M (1981). *Principles of color technology*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons; p. 1-110.

Boksman L. (2007). Shade selection; accuracy and reproducibility. *Ont Dent*. 24–7.
Watts A, Addy M (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190 (6). 309–316.

Bortolatto JF, Pretel H, Floros MC, Luizzi ACC, Dantas AAR, Fernandez E, Moncada G, Oliveira OB Jr. (2014). Low Concentration H₂O₂/TiO₂ in Office Bleaching: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Dental Research*, 93: 66S.

Budavari S, O'Neil MJ, Smith A, Heckelman PE (1989). *The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals*. Rahway, NJ: Merck and Co., Inc.

Caglar A, Yamanel K, Gulsahi K, Bagis B, Ozcan M (2010). Could digital imaging be an alternative for digital colorimeters? *Clin Oral Investig*; 14: 713-718.

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

Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching

instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38(SUPPL. 2), 2–16.

Christensen GJ (2005). Are snow-white teeth really so desirable? *JADA* 136:933–935.

CIE (1971). Recommendations on uniform color spaces, color differences equations, psychometric color terms. Supplement no.2. CIE Publication No. 15. (E-13-1) (TC-1.3). Paris: Central de la CIE.

CIE (2004). Colorimetry - technical report. CIE Pub. No. 15, 3rd ed. Vienna: Bureau Central de la CIE.

Cotton FA, Wilkinson G (1972). Oxygen. In: *Advances in inorganic chemistry. A comprehensive text*. Cotton FA, Wilkinson G, editors. New York: Interscience Publisher, pp. 403-420.

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). 292–304.

Demarco F, Meireles S, Masotti A (2008) Over-the-counter whitening agents: a concise review, *Brazilian Oral Research*, 23 (1). 64-70

Dion KK, Berscheid E, Walster E (1972). What is beautiful is good. *J Pers Soc Psychol* 24:285-290

Eldeniz AU, Usumez A, Usumez S & Ozturk N (2005). Pulpal temperature rise during light-activated bleaching *Journal of Biomedical Material Research Part B Applied Biomaterials* 72(2) 254-259.

Eli, I., Bar-Tal, Y., & Kostovetzki, I (2001). At first glance: social meanings of dental appearance. *Journal of Public Health Dentistry*, 61(3), 150–154.

Ghassan R Mokhlis, Bruce A. Matis, Michael A. Cochran, George J. Eckert (2000). A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. JADA, Vol. 131. American Dental Association.

Ginzburg M, Gilboa I (2012). Tooth color matching systems and communication with dental laboratory in indirect restorations: 2011 update. Refuat Hapeh Vehashinayim; 29: 28-34.

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.
Greenwall L. The dangers of chlorine dioxide tooth bleaching. Aesthetic Dentistry Today 2008; 2:20-22.

Gregus Z, Klaassen CD (1995). Mechanisms of toxicity. In: Cassarett and Doull's Toxicology, the basic science of poisons. Klaassen CD, editor. New York: McGraw-Hill Companies Inc., pp 35-74.

Greenwall L (2001). Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: an illustrated guide. Informa Healthcare. 5ta edicion: 39-40.

Hägg G (1969). General and inorganic chemistry. Stockholm: Almqvist and Wiksell Förlag AB.

Hasson H, Ismail AI, Neiva G (2006). Home-based chemically-induced whitening of teeth in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 4.

Hattab FN, Qudeimat MA, al-Rimawi HS (1999). Dental discoloration: an overview. J Esthet Dent 11:291-310

Haywood VB (2003). Frequently asked questions about bleaching Compendium of Continuing Education in Dentistry 24(4A) 324-337.

Hein DK, Ploeger BJ, Hartup JK, Wagstaff RS, Palmer TM, Hansen LD (2003). In-Office vital tooth bleaching-What do lights add?. *Compend Contin Educ Dent*; 24:340-52

Joiner A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*; 32 (Suppl. 1):3-12.

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

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

Kalyana P, Shashidhan A, Meghashyam B, Sree Vidya KR, Sweta S. (2010). Stain removal efficacy of a novel dentifrice containing papain and bromelain extracts – an in vitro study. *Int J Dent Hygiene* 9; 229-223.

Kershaw S, Newton J.T, Williams D.M. (2008). The influence of tooth colour on the perceptions of personal characteristics among female dental patients: comparisons of unmodified, decayed and 'whitened' teeth. *British Dental Journal*, 204. E9.

Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Albert J. Feilzer AJ (2014). Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *Journal of Dentistry*, 42. 637–644.

Kielbassa AM, Beheim – Schwarzbach NJ, Neumann K, Zantner C (2009) In vitro comparison of visual and computeraided pre and post tooth shade determination using various home bleaching procedures. *Journal of prosthetic Dentistry*; 101:92-100.

Kihn PW, Barnes DM, Rornberg E, Peterson K (2000). A clinical evaluation of 10 percent vs 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *Journal of the American Dental Association*. 131: 1478-84.

Kihn PW (2007). Vital Tooth Whitening. *Dental Clinics of North America*, 51. 319–331.

Kossatz S, Dalanhol AP, Cunha T, Loguercio A, Reis A (2011). Effect of light activation on tooth sensitivity after in-office bleaching. *Oper Dent* 36: 251-257.

Kugel, G (2003). Over-the-counter tooth-whitening systems. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 24, 376-382.

Kugel G, Ferreira S, Sharma S, Barker ML & Gerlach RW (2009) Clinical trial assessing light enhancement of in-office tooth whitening *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 21(5) 336-347.

Lagouvardos PE, Fougia AG, Diamantopoulou SA, Polyzois GL (2009). Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *Journal of Prosthetic Dentistry*; 101:40-5.

Leonard RH, Haywood VB, Eagle JC, et al (1999). Nightguard vital bleaching of tetracycline-stained teeth: 54 months post treatment. *J Esthet Dent*;11(5):265-77.

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

Luk K, Tam L & Hubert M (2004) Effect of light energy on peroxide tooth bleaching *Journal of the American Dental Association* 135(2) 194-201

Mantzourani M, Sharma D (2013). Dentine sensitivity: Past, present and future. *Journal of Dentistry*, 41:3-17

Marson FC, Sensi LG, Vieira LCC & Araujo 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.

Martín J, Vildósola P, Bersezio C, Herrera A, Bortolatto J, Saad JRC, Oliveira OB, Fernández E, et al (2015) Effectiveness of 6% hydrogen peroxide concentration for tooth bleaching—A double-blind, randomized clinical trial. *J Dent [revista en Internet]*; 43(8):965-972.

Matis BA, Mousa HN, Cochran MA & Eckert GJ (2000) Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations *Quintessence International* 31(5) 303-310.

Matis BA, Cochran MA, Wang G, Eckert GJ (2009). A Clinical Evaluation of Two In-office Bleaching Regimens With and Without Tray Bleaching. *Operative Dentistry*, 34:142-14

Meera R, Shieh J, Muthu M.S. (2011). In Vivo Evaluation of the Color of Anterior Primary Teeth. *Journal of Dentistry for Children*, 78. 3.

Meireles S.S., Heckmann SS, Leida FL, dos Santos Ida S, Della Bona A, Demarco FF (2008). Efficacy and safety of 10% and 16% carbamide peroxide tooth-whitening gels: a randomized clinical trial. *Oper Dent*. Nov-Dec; 33(6):606-12.

Meireles S. S., Santos, I. S., Bona, a. Della, & Demarco, F. F (2010). A double-blind randomized clinical trial of two carbamide peroxide tooth bleaching agents: 2-year follow-up. *Journal of Dentistry*, 38(12), 956–963.

Mokhlis GR, Matis BA, Cochran MA & Eckert GJ (2000) A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use *Journal of the American Dental Association* 131(9) 1269-1277.

Moncada G, Sepúlveda D, Elphick K, Contente M, Estay J, Bahamondes V, et al. (2013). Effects of light activation, agent concentration, and tooth thickness on dental sensitivity after bleaching. *Oper Dent* 38:467-476.

Moscardó, A. P., & Alemany, I. C. (2006). Odontología estética: Apreciación cromática en la clínica y el laboratorio. *Medicina Oral*, 363–368.

Munsell A H (1981). A color notation. Batimore: Munsell Color Co.

O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. (1990). A new, small color-difference equation for dental shades. *J Dent Res*. 69: 1762-1764

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

Olms Constanze, Setz M. Jurgen (2013). The repeatability of digital shade measurement – A clinical study. *Clin Oral Invest*. 17:1161-1166.

Ontiveros, J. C., & Paravina, R. D (2009). Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *Journal of Dentistry*, 37(11), 840–847.

Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*; 81:578-82.

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

Restrepo-Kennedy, N. (2012). Effect Of dehydration on in-office bleaching color changes. Master's Thesis, University of Iowa.

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

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.

Suemori T, Kato J, Nakazawa T, Akashi G, Igarashi A, Hirai Y, et al. (2008). Effects of light irradiation on bleaching by a 3.5% hydrogen peroxide solution containing titanium dioxide. *Laser Phys Lett*, 5. 379-383.

Sulieman M, Addy M, Rees JS. (2003). Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. *Journal of Dentistry*, 31. 415-422.

Sulieman M, Addy M, MacDonal E, Rees JS (2004). The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening an in vitro study. *Journal of Dentistry*; 32:295-9.

Sulieman M. (2004). An Overview of bleaching techniques: 1. History, chemistry, safety ad legal aspects. *Dent Update* 31, 608-616.

Sulieman M. (2005) An Overview of bleaching techniques: 2. Night guard vital bleaching and non-vital bleaching. *Dent. Update* 32, 39-46.

Sulieman M. (2005) An Overview of bleaching techniques: 3. In-surgery or power bleaching. *Dent. Update* 32, 101-108.

Sulieman M. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology* 2000, 48. 148–169.

Swift E (2009). Tooth Sensitivity and Whitening. *Dentistry India Compendium*, 3:10-15

Thompson L, Malmberg J, Goodell N, Boring R (2004). The distribution of attention across a talker's face. *Discourse Process*. 38:145–168.

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

Vimal K Sikri (2010). Color: Implications in dentistry. *J Conserv Dent* (2010) Oct-Dec 13(4); 249-255

Watts A & Addy M (2001) Tooth discolouration and staining: A review of the literature *British Dental Journal* 190(6) 309316.

Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Jhonston WM (2006). Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater*, Jun: 22(6): 553 – 559.

Wen Luo, Stephen Westland, Paul Brunton, Roger Elwood, Iain A. Pretty, Naveen Mohan (2007). Comparison of the ability of different color indices to assess changes in tooth whiteness. *Journal of Dentistry*, 35;109-116.

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 (1). S5–12.

Westland S, Ripamonti C (2004). *Computational colour science using MATLAB*. John Wiley & Sons.

Wiegand A, Drebenstedt S, Roos M, Magalhães AC, Attin T (2008). 12-Month color stability of enamel, dentine, and enamel–dentine samples after bleaching. *Clin Oral Invest*. 12:303–310.

Zantner, C, Beheim-Schwarzbach, N., Neumann, K., Kielbassa, A.M (2007). Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Det*.

Mater. 23, 243-250.

Anexos

Anexo 1: Consentimiento informado.

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

Título del Protocolo: Eficacia y seguridad del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado activado por luz

Investigador Principal: Javier Martín Casielles

Sede de Estudio: Facultad de Odontología, Universidad de Chile – Sergio Livingstone 943 – Independencia, Santiago.

Nombre del Participante:

.....

Este documento de Consentimiento Informado se aplicará a pacientes que participen en la

evaluación de la efectividad de un agente blanqueante, y consta de dos partes:

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

Ud. recibirá una copia completa del Documento de Consentimiento Informado.

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

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

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

estudio y Aclaraciones.

Justificación de la Investigación

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

Objetivo

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

Beneficios

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

Adicionalmente, su participación permitirá contribuir en la búsqueda de productos de alta eficiencia y que no provoquen molestias a los pacientes.

Tipo de Intervención y Procedimiento

Si usted decide participar se le realizará blanqueamiento dental en una sesión de aproximadamente 45 minutos, tiempo en el que realizaremos blanqueamiento de una hemiarcada con el agente tradicional y de la otra con el nuevo agente en evaluación. El tratamiento será realizado por un alumno regular de la Carrera de Odontología supervisado durante todo el procedimiento por un Docente del Área. El tratamiento completo se llevará a cabo en un periodo de 2 meses, en que será citado a 5 sesiones para realizar la evaluación, blanqueamiento y los procedimientos de registro de resultados y control. Los registros de color serán realizados por medio de espectrofotómetro digital. Para los registros de sensibilidad se aplicará aire sobre la superficie del diente y Ud. cuantificará su sensación dolorosa haciendo una marca sobre una línea de 100mm limitada por los descriptores “sin dolor” en el extremo izquierdo y “dolor muy severo” en el derecho y por medio de una escala de 5 puntos siendo: 0=sin sensibilidad, 1=Leve, 2=moderada, 3=considerable y 4= severa. Adicionalmente se le entregará un diario de sensibilidad, en que deberá registrar presencia o ausencia de dolor los días entre las sesiones y su magnitud en las mismas escalas.

Riesgos

El blanqueamiento puede producir dolor de los dientes, pero no existen otros problemas conocidos ocasionados por ninguno de los agentes. Este dolor es temporal y reversible y solicitamos a Usted hacernos saber si es que ocurre. En caso de ser necesario, aplicaremos gel desensibilizante en base a nitrato de potasio y fluoruro de sodio para disminuirlo. Frente a cualquier otro problema derivado del tratamiento, nos haremos responsables y realizaremos en forma gratuita cualquier tratamiento que sea necesario para solucionarlo. Otro posible problema está relacionado con el uso de distintos agentes en ambas hemiarcadas. En el caso que ellos alcancen diferentes resultados quedando una hemiarcada más clara que la otra, se reaplicará el agente en la hemiarcada con peor desempeño hasta alcanzar resultados similares en todos los dientes

Criterios para selección de los participantes en el estudio

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

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

Confidencialidad y difusión de datos.

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

Aclaraciones

- La participación es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la intervención.
- Si usted decide puede retirarse cuando lo desee.
- No tendrá que efectuar gasto alguno como consecuencia del estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- Usted podrá solicitar información actualizada sobre el estudio, al investigador responsable.
- La información obtenida de la Investigación, respecto de la identificación de pacientes, será mantenida con estricta confidencialidad por los investigadores.
- Si considera que no existen dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa al documento.

Carta de Consentimiento Informado

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

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

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

Nombre del participante: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Sección a llenar por el Investigador Principal

He explicado al Sr(a) _____ la naturaleza de la investigación, le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que conozco la normativa vigente para la realizar la investigación con seres humanos y me apego a ella.

Nombre del Investigador Principal: _____

Firma: _____

Fecha: _____

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

Firma: _____

Fecha: _____

Anexo 2: Ficha clínica**Antecedentes**

Nombre: _____

Edad: _____ Sexo: F () M () Fuma: SI () NO ()

Dirección: _____

Teléfono: _____

HISTORIA ODONTOLÓGICA

¿Ha tenido sensibilidad dentaria? SI () NO ()
 ¿Sus encías sangran con facilidad? SI () NO ()
 ¿Tiene tratamiento endodóntico en algún diente? SI () NO ()
 ¿Tiene restauraciones en los dientes anteriores? SI () NO ()
 ¿Tiene prótesis dental? SI () NO ()
 ¿Ha hecho algún blanqueamiento anteriormente? SI () NO ()

FUMADORES

¿Hace cuánto tiempo fuma? _____

¿Cuántos cigarrillos fuma en promedio por día? _____

HISTORIA MÉDICA

¿Usa algún medicamento? SI () NO () ¿Cuál? _____

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

MUJERES

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

¿Está amamantando? SI () NO ()

EXAMEN CLÍNICO

Color de los dientes anteriores _____

Percusión horizontal: _____

Percusión vertical: _____

Chorro de Aire: _____

Sondaje: _____

 _ Presencia de lesiones de caries: SI () NO () ¿Qué dientes? _____

SENSIBILIDAD

Diente	0	1	2	3	4

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

0	10
0	10
0	10
0	10
0	10
0	10
0	10
0	10
0	10
0	10

Nombre: _____

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

