



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

**SEGURIDAD BIOLÓGICA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL CON PERÓXIDO
DE HIDRÓGENO AL 6% Y NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITANIO
NITROGENADO, ACTIVADO POR LUZ LED/LÁSER**

Macarena Guajardo Ramos

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE

CIRUJANO-DENTISTA

TUTOR PRINCIPAL

Dr. Javier Martín C.

TUTORES ASOCIADOS

Dr. Eduardo Fernández G.

Dr. Cristian Bersezio

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

Santiago – Chile

2015



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

**SEGURIDAD BIOLÓGICA DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL CON PERÓXIDO
DE HIDRÓGENO AL 6% Y NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITANIO
NITROGENADO, ACTIVADO POR LUZ LED/LÁSER**

Macarena Guajardo Ramos

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE

CIRUJANO-DENTISTA

TUTOR PRINCIPAL

Dr. Javier Martin

TUTORES ASOCIADOS

Dr. Eduardo Fernández G.

Dr. Cristian Bersezio

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

Santiago – Chile

2015

A ti, mujer fuerte y hermosa

Un sueño cumplido es tenerte presente hoy

Te amo abuelita Rosa

Agradecimientos

A mis padres y hermano, por su apoyo incondicional. Por confiar en mí, amarme tal cual soy y demostrármelo día a día. Por regalarme algo tan noble como es la educación y los valores para enfrentar al mundo.

A Lila, por su ternura y compañía. Sin saberlo, hiciste mis tardes de trabajo más llevaderas.

A mis amigos del alma Karina, Francisca y Sebastián, por su compañía, apoyo y momentos vividos que me han hecho crecer y disfrutar. A Braulio, por mostrarme perspectivas distintas de la vida y por valorar los pequeños detalles que nos hacen únicos. A todos los que me acompañaron en mi camino universitario, pues cada uno aportó para convertirme en quien soy.

A mis compañeros de tesis, que llenaron los momentos de trabajo con amistad y risas.

A mis profesores, Dr. Martín, Dr. Fernández y Dr. Bersezio, por su excelente disposición y guía en todo este proceso.

RESUMEN

Introducción: El color dental es un aspecto importante dentro de la estética facial de una persona y cada vez es mayor la demanda de los pacientes por mejorar este aspecto. El blanqueamiento es un tratamiento conservador y seguro para mejorar el color dentario, pero no está ajeno a efectos negativos sobre los tejidos. El efecto adverso más prevalente es la sensibilidad dental. Nuevos sistemas de blanqueamiento en oficina han ido desarrollándose en los últimos años, en donde el agente es catalizado por fuentes adicionales de energía con el objetivo de aumentar la eficacia del blanqueamiento. El dióxido de titanio nitrogenado activado por luz permite disminuir la concentración del peróxido al aumentar la tasa de descomposición de éste, y por ende, podría ayudar a disminuir la sensibilidad postoperatoria.

Objetivo: Comparar la sensibilidad dental post-blanqueamiento producida en pacientes tratados con peróxido de hidrógeno al 6% + partículas de dióxido de titanio nitrogenado, y peróxido de hidrógeno al 35%, ambos catalizados por láser.

Materiales y Métodos: El estudio es un ensayo clínico randomizado doble ciego, con un diseño de boca dividida. En todos los voluntarios (N = 30) se realizó un blanqueamiento de la arcada superior dividido en 3 sesiones clínicas separadas cada una por 1 semana, con un total de 72 minutos en contacto con el gel. En una hemiarcada se empleó peróxido de hidrógeno al 35% y en la otra, peróxido de hidrógeno al 6% que contenía nanopartículas semiconductoras de dióxido de titanio nitrogenado. Ambos agentes fueron fotoacelerados con luz LED/láser en todas las sesiones. Los pacientes registraron la aparición o no de sensibilidad dental utilizando escala visual análoga. La evaluación se realizó inmediatamente después del tratamiento y durante las 3 semanas consecutivas. Se utilizó el test Shapiro-Wilk para analizar la normalidad de la distribución, se comparó la sensibilidad inicial con los valores en los distintos controles con pruebas de Friedman y Wilcoxon y posteriormente el test de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) para comparaciones múltiples.

Resultados: Se reportó sensibilidad dental en algún momento del tratamiento con ambos agentes, siendo mayor en el grupo al 35%. Sin embargo, no existen

diferencias significativas ($p > 0,05$) (Prueba Z). La intensidad de la sensibilidad post blanqueamiento en oficina es similar para ambos grupos evaluados, siendo en su mayoría leve.

Conclusiones: El protocolo de blanqueamiento en oficina con peróxido de hidrógeno al 6%+nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado activado por luz LED/láser de este estudio provoca bajos niveles de sensibilidad, con intensidad leve, y lo consideramos un tratamiento biológicamente seguro.

ÍNDICE

Introducción.....	9
Marco Teórico.....	12
Hipótesis y Objetivos.....	26
Materiales y Métodos.....	27
Resultados.....	32
Discusión.....	38
Conclusiones.....	45
Referencias Bibliográficas.....	46
Anexos.....	54

INTRODUCCIÓN

El color dental es un aspecto importante dentro de la estética facial de una persona y, por ende, afecta de manera directa su autoestima y la forma en que se relaciona con su entorno. Mientras más énfasis es puesto en la estética, los dientes decolorados han ido tomando una gran importancia dentro del quehacer odontológico (Van der Geld y cols. 2007; Reis y cols. 2011 a).

El color de los dientes puede ser mejorado por una gran cantidad de métodos incluyendo pastas dentales blanqueadoras, limpiezas profesionales, blanqueamiento intracoronario en dientes no vitales, blanqueamiento extracoronario, microabrasión del esmalte, carillas, coronas, entre otros. (Joiner, 2006)

Con el aumento en la preocupación por opciones estéticas, existe una mayor demanda por soluciones cosméticas. Dentro de este contexto, el blanqueamiento es uno de los procedimientos más requeridos por los pacientes, ya que es un tratamiento conservador y costo-efectivo para mejorar la sonrisa de una persona. (Reis y cols. 2011 b; Tano y cols. 2012)

El blanqueamiento en dientes vitales pueden ser categorizado como blanqueamiento en oficina (administrado por un profesional), casero (controlado por un profesional) o de venta libre (sin control profesional). El deseo de dientes más blancos en un corto periodo de tiempo, hace que el blanqueamiento en oficina sea una opción muy requerida por los pacientes. (Dawson y cols. 2011; Reis y cols. 2011 b)

El agente activo usado en el blanqueamiento en oficina es el peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones. Es un compuesto oxidante que puede descomponerse, generando radicales libres. Estos radicales libres son moléculas inestables que reaccionan con las moléculas orgánicas del diente decolorado, haciéndolo lucir más claro (Tano y cols. 2012).

La reacción del blanqueamiento depende del tipo de decoloración involucrada y de los factores ambientales físicos y químicos al momento de la acción (Tano y cols. 2012). Estos factores son el tipo y concentración del agente, la frecuencia y duración de las aplicaciones, el pH, la presencia de catalizadores (luz, calor, etc.) y forma de aplicación. Sin embargo, dentro de todos ellos, los principales son la concentración y tiempo de aplicación del agente (Mohan 2008).

Con los avances en los métodos de blanqueamiento, la popularidad de este tratamiento ha aumentado. Hoy, los esfuerzos se basan en ofrecer a los pacientes un procedimiento efectivo y seguro. (Tavares y cols. 2003)

Las técnicas de blanqueamiento usadas desde el siglo XX fueron ampliamente modificadas a fines de éste, cuando en 1991 se introduce al mercado geles de peróxido de hidrógeno acelerados por unidades fotocuradas de luz convencional. Esta técnica es frecuentemente llamada “power bleaching”, en donde la luz provoca un aumento en la tasa de descomposición del peróxido, formando mayor cantidad de radicales libres, y por lo tanto, haciendo el blanqueamiento más efectivo. Hoy en día, existe gran variedad de fuentes de luz, entre ellas, LED y láser, para acelerar el blanqueamiento. Sin embargo, los estudios que investigan el uso de fuentes de luz en la efectividad del blanqueamiento son controversiales (Sulieman 2008; Reis y cols. 2011 a).

El blanqueamiento, a pesar de ser un tratamiento conservador y relativamente seguro, no está ajeno a otros efectos sobre los dientes y los tejidos blandos. Un tema importante que debe ser estudiado al utilizar “power bleaching” es la consecuencia que puede tener sobre los tejidos dentales, sobre todo en la sensibilidad, que es considerada el principal efecto adverso post blanqueamiento (Yileng Tay y cols. 2009; Reis y cols. 2011 a)

El resultado del blanqueamiento depende en gran medida de la concentración del agente, por ende, al utilizar altas concentraciones de peróxido de hidrógeno

deberíamos esperar mejores resultados en cuanto al color obtenido, pero al mismo tiempo, es mayor el riesgo de producir sensibilidad post operatoria. Por esto, los nuevos geles de peróxido han disminuido su concentración, pero sopesándolo con la introducción de moléculas fotoactivadas, como el dióxido de titanio activado por luz visible (Tano y cols. 2012). Éste cumpliría la función de mantener una adecuada efectividad del blanqueamiento, pero con menor probabilidad de producir sensibilidad dentaria, al permitir utilizar peróxido de hidrógeno a menores concentraciones.

Los estudios que evalúan la sensibilidad producida en los agentes utilizados en “power bleaching” con moléculas fotoactivadas son escasos.

El propósito de este estudio fue evaluar la sensibilidad producida por peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de $\text{TiO}_2\text{-N}$ acelerado y activado por luz LED-Láser durante y posteriormente al blanqueamiento dental en oficina.

MARCO TEÓRICO

La estética, entendida como la armonía y apariencia agradable a la vista que tiene alguien o algo desde el punto de vista de la belleza (RAE 2014), forma parte de nuestro día a día, influyendo en cómo nos relacionamos con los demás. Dentro de esto, la apariencia de la sonrisa es considerada un factor importante en la estética facial de una persona, ya que sea cual sea nuestra edad, influye en cómo percibimos al resto, además de ser el principal medio de expresión emocional (Talarico y Morgante 2006; Duvernay y cols. 2014).

Existen varios factores que conjugan para darle armonía a una sonrisa, como son la posición del labio superior, la cantidad de encía adherida y las características de los dientes, donde encontramos la forma, el color, la posición y la calidad de las restauraciones. Esto principalmente afecta a los dientes anteriores (Tin-Oo y cols. 2011).

Color Dental

Lamentablemente, el color de los dientes es relacionado directamente con mejor estatus, mayores habilidades intelectuales y competencias sociales más altas (Tin-Oo y cols. 2011). Hay evidencia que cataloga el color como el primer factor de insatisfacción en la apariencia de la sonrisa. (Samorodnitzky-Naveh y cols. 2007; Tin-Oo y cols. 2011).

El color dental está dado por un degradé de tonos más oscuros hacia la encía y más claros hacia el borde incisal/oclusal. Típicamente, los caninos son más oscuros que los incisivos y a medida que la persona envejece los dientes se van oscureciendo por aposición de dentina terciaria (Sulieman 2008).

El color dental está determinado primeramente por la dentina, pero es influenciado por el color, translucidez, distintos grados de calcificación del esmalte y su grosor, que en un diente sano es mucho mayor hacia incisal/oclusal (Sulieman 2008). La percepción final del color de un diente es una combinación entre el color intrínseco, dado por las propiedades de dispersión y adsorción de la luz en el

esmalte y la dentina, y por las pigmentaciones extrínsecas, dadas por sustancias llamadas cromóforos. Estos cromóforos son, por ejemplo, los taninos, compuestos catiónicos, tabaco, entre otros, que se depositan en la superficie del diente, generalmente en zonas que no son bien higienizadas con cepillo y pasta, (Joiner 2006)

De esta forma, podemos decir que un diente puede estar decolorado en forma intrínseca o extrínseca. La forma intrínseca se refiere a un cambio estructural en la composición del diente o en el grosor de los tejidos duros, durante la formación de éste, por causas metabólicas, traumáticas, hereditarias, etc. La forma extrínseca se relaciona con manchas directas o indirectas. Las primeras se adhieren a la película salival y generan una mancha según el color base del cromóforo (ejemplo, vino tinto). Las segundas, son producto de una interacción del cromóforo con otras sustancias sobre la superficie del diente (ejemplo, clorhexidina). Todas estas tinciones extrínsecas pueden eventualmente incorporarse al diente a través de superficies porosas o defectuosas (Sulieman 2008).

El color dental en odontología puede evaluarse de dos formas: subjetiva, basados en la comparación del diente con guías de color o mapas cromáticos de referencia, y objetiva, en la cual se representan los colores del espectro visible de una forma numérica según la mezcla en distintas proporciones de los colores primarios utilizando, por ejemplo, un espectrofotómetro (Amengual y cols. 2005).

Afortunadamente, existen tratamientos para los problemas de color dental, dependiendo de su causa. Entre ellos están el pulido coronario, restauraciones, carillas, prótesis fijas y el blanqueamiento. Cuando la limpieza profesional no ha sido suficiente, el blanqueamiento es la opción más conservadora (Shethri y cols. 2003; Kugel y cols. 2006).

Blanqueamiento

El blanqueamiento es un proceso de descoloramiento que se puede producir en una solución o una superficie. Sus inicios se remontan al año 1848 y a través del tiempo ha experimentado muchas variaciones en su forma de aplicación y los compuestos utilizados (Kishi y cols. 2011).

Nace como una alternativa terapéutica conservadora disponible dentro del campo de la Odontología Estética indicada en el tratamiento de los dientes con “decoloraciones”. Se trata de una técnica poco invasiva, que no altera la forma natural del diente y cuyo objetivo va a ser intentar devolver a los dientes del paciente un color adecuado a sus necesidades estéticas (Goldstein y cols., 1990).

El blanqueamiento ocurre por dos posibles mecanismos: rompimiento de la cadena del cromóforo u oxidación de otras fracciones de ésta. Estas reacciones dependen del sustrato, la temperatura, el pH, la luz, entre otras (Joiner 2006). De todos modos, se considera que, en general, la mayoría de los dientes son susceptibles a ser blanqueados si el tratamiento es llevado a cabo por la cantidad de tiempo necesario (Dahl y Pallesen 2003).

Existen varios tipos de blanqueamiento. En términos generales, existe el realizado sobre la superficie del diente vital, y el realizado dentro de la cámara pulpar en dientes endodónticamente tratados (Sulieman 2008).

Además, según la forma en que se lleve a cabo lo podemos dividir en: (Dawson y cols. 2011)

- Blanqueamiento en oficina: Lo realiza el profesional en el sillón dental. Generalmente necesita protección gingival porque utiliza mayores concentraciones del agente blanqueador, y puede ser usado con fuente de luz o calor.
- Blanqueamiento casero: Es realizado por el paciente con la ayuda de cubetas hechas a medida, bajo la dirección y supervisión del dentista.
- Productos masivos: Incluyen pastas dentales, tiras, etc. De venta y uso libres.

Existen ventajas del blanqueamiento en oficina sobre los otros dos tipos, como son el mayor control del profesional, menor exposición de los tejidos blandos, se evita la ingestión del material, reducción del tiempo total de tratamiento y la posibilidad de tener resultados inmediatos, ya que por lo general se usan concentraciones de peróxido más altas que en el blanqueamiento casero (Kossatz y cols, 2011).

Algunos profesionales combinan las técnicas en oficina y casero de blanqueamiento en dientes vitales con el fin de potenciar el efecto del blanqueamiento y mejorar la estabilidad del color. Se complementan ambas modalidades, con una sesión de blanqueamiento en oficina como punto de inicio seguido por tratamiento casero, generalmente en cubetas con peróxido de carbamida, por el tiempo necesario hasta lograr el color deseado (Bernardon y cols. 2010)

Actualmente los agentes más usados en este tratamiento son peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida y el perborato de sodio; estos dos últimos actúan como precursores del primero (Bertone y Zaiden, 2008). El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es un líquido transparente altamente soluble en agua y cáustico, capaz de producir quemaduras al entrar en contacto con los tejidos y de alto poder oxidante (Tredwin y cols, 2006). Existen múltiples concentraciones de este agente blanqueador, pero las soluciones acuosas estabilizadas al 30% o 35% son las más comunes (Ingle y Bakland, 2002).

El mecanismo por el cual el peróxido de hidrógeno actúa en el diente aún no es comprendido completamente, pero se sabe que difunde a través del esmalte y la dentina fácilmente debido a su peso molecular y su capacidad de desnaturar proteínas, reaccionando con las partículas orgánicas que ahí existen. De hecho, la evidencia concluye que el cambio de color se produce a lo largo de la dentina. (Joiner 2006; Matis y cols. 2009; Torres y cols., 2013).

Los elementos causantes de una tinción, ya sea en solución o en superficie, son típicamente compuestos orgánicos complejos y de elevado peso molecular, que poseen cadenas conjugadas extendidas de enlaces alternados simples o dobles, incluyendo por lo general, heteroátomos y grupos carbonilo y fenilo en el sistema conjugado (Joiner, 2006). El peróxido de hidrógeno actúa como un potente agente oxidante en la formación de radicales libres, moléculas de oxígeno reactivo, y aniones de peróxido de hidrógeno. Estas moléculas activas rompen las cadenas de enlaces dobles del cromóforo, transformándolas en moléculas más pequeñas que puedan difundir hacia afuera del diente o bien, absorber menor luz y por tanto lucir más claras. Estas moléculas pigmentadas suelen ser orgánicas, aunque las inorgánicas también son afectadas por estos procesos. (Dahl y Pallesen 2003; Sulieman 2008). La decoloración del cromóforo ocurre destruyendo uno o más de los dobles enlaces, mediante clivaje de la cadena conjugada, o a través de la oxidación de otros entes químicos presentes en ella, obteniendo estructuras de carbono hidrófilas, no pigmentadas y con enlaces de carbono saturados (Joiner, 2006)

Inicialmente, el agente se descompone en cationes de hidrógeno y anión perhidroxilo, este anión interactúa con otra molécula de peróxido y se forman radicales libres de hidroxilo y perhidroxilo más agua. Con la finalización de la reacción, todo el peróxido es convertido en agua. La reacción del peróxido se ilustra en la figura 1. Estos radicales libres, tienen en su estructura un electrón desapareado, que se une a las moléculas orgánicas de los pigmentos, convirtiendo a estas moléculas en cadenas simples, cambiando su comportamiento y disminuyendo por ende la absorción de la luz (Torres y cols., 2014).

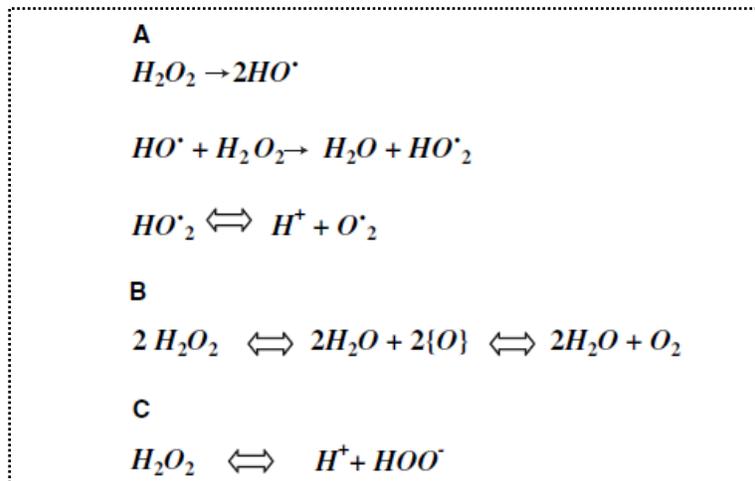


Fig.1: Especies que pueden originarse del peróxido de hidrógeno. **(A)** El peróxido de hidrógeno puede formar radicales hidroxilo (OH⁻), radicales perhidroxilo (HO₂⁻) y aniones superóxido (O₂⁻), **(B)** moléculas de oxígeno reactivo que son inestables y se transforman en oxígeno, o **(C)** liberarse como su forma iónica. (Sulieman 2008)

El peróxido alcanza el límite amelodentinario y hay estudios que hablan de la penetración del compuesto químico en la cámara pulpar (Joiner 2006). Sulieman y cols. realizaron un estudio *in vitro* en donde el objetivo era cuantificar la penetración de peróxido de hidrógeno al 35% en el esmalte y la dentina, relacionándolo con el cambio de color producido en el diente. Se concluyó que el gel en estudio blanqueó la dentina en profundidad uniforme (Sulieman y cols. 2005). Afonso y cols. concluyeron en su estudio *in vitro* con peróxido de hidrógeno al 35%, que independiente la presencia de restauración, existía penetración de peróxido en la cámara pulpar en todos los dientes. De todas formas, ésta penetración dependía del tipo de material de restauración y se infiere que también es dependiente del grosor dentinario (Afonso y cols. 2007). Es más, Torres y cols. concluyeron en su estudio *in vitro* que a mayor concentración de peróxido el tiempo de difusión a través del diente era menor y que esta difusión también es dependiente del tipo de activación del agente (química o lumínica) (Torres y cols. 2006)

Efectos Adversos

Muchos autores han investigado sobre la seguridad del blanqueamiento en los pacientes (Browning y cols. 2007; Sulieman 2008), llegando a la conclusión que es un tratamiento relativamente seguro. Sin embargo, no está ajeno a efectos biológicos sobre las estructuras del diente y tejidos blandos (Cakir y cols. 2011). La citotoxicidad indirecta de los radicales libres en el blanqueamiento es proporcional a la concentración del agente blanqueador y al tiempo que esté en contacto con el diente (Bortolatto y cols. 2014).

En el estudio de Cakir y cols. evaluaron el efecto *in vitro* del blanqueamiento casero con tres concentraciones de peróxido de carbamida (al 10, 20 y 35%) sobre los tejidos duros del diente. Observaron que en las tres concentraciones se producía un cambio similar en la estructura química del esmalte y la dentina en términos de niveles de mineral, pero no se evidenció cambios significativos en la morfología superficial al analizarlos con microscopía electrónica de barrido (SEM) (Cakir y cols. 2011). En otro estudio, Auschill y cols. compararon los cambios *in vivo* en la morfología del esmalte al utilizar 3 distintos agentes (tiras de venta libre al 5,3% de peróxido de hidrógeno; cubeta de uso casero con peróxido de carbamida al 10%; en oficina utilizando peróxido de hidrógeno al 38%). Las muestras se analizaron con SEM, no dando cambios significativos (Auschill y cols. 2005).

Otros posibles efectos del blanqueamiento han sido estudiados. Entre ellos están por ejemplo, la alteración en las propiedades de materiales dentales como resina compuesta, amalgamas y vidrio ionómero, pero la bibliografía revisada parece ser controversial al respecto (Dahl y Pallesen 2003; Kihn 2007; Sulieman 2008). Por otra parte, existiría un efecto deletéreo sobre la adhesión en dientes blanqueados, en donde los tags de resina (porción de resina que se introduce dentro de los túbulos dentinarios desmineralizados), estarían en menor cantidad y longitud comparados con los encontrados en dientes sin blanqueamiento. Además, el oxígeno residual en la superficie del diente también inhibiría la polimerización de la resina compuesta, sin embargo, la fuerza de unión mejoraría si se retrasa el

procedimiento dos semanas después del blanqueamiento. Entre vidrio ionómero y dentina, la adhesión se afectaría por el precipitado que se forma entre el peróxido de hidrógeno y el colágeno luego del blanqueamiento (Sulieman 2008).

No obstante, el mayor y más prevalente efecto adverso post-blanqueamiento es la sensibilidad dental (Swift 2006; Dawson y cols. 2011)

Dolor y Sensibilidad

El dolor es una sensación desagradable inducida por estímulos nocivos que son detectados por terminaciones nerviosas de neuronas nociceptivas. En el diente, el dolor es producido cuando un estímulo es suficientemente fuerte para accionar una respuesta nerviosa. La intensidad, localización y carácter del dolor puede diferir dependiendo del tipo de estímulo como también del tipo de fibra nerviosa excitada en el proceso (Abd-Elmeguid y Yu, 2009)

En el transcurso de los años, han existido diversas teorías sobre el dolor dental. La más aceptada actualmente es la de Brännström, llamada “teoría hidrodinámica” (Swift 2009; Mantzourani y Sharma 2013). Ésta nos dice que los estímulos sobre el diente, tales como variaciones de temperatura, mecánicos, osmóticos, entre otros, producirían un flujo rápido hacia afuera o hacia adentro de los túbulos dentinarios, lo que provocaría cambios de presión dentro de la dentina, llegando a estimular las fibras nerviosas nociceptivas de la pulpa, dando como consecuencia la percepción de dolor.

La sensibilidad o hipersensibilidad dental corresponde al síndrome doloroso provocado por estímulos térmicos, mecánicos, táctiles, osmóticos, químicos y/o evaporadores, y que no se puede adscribir a ninguna otra patología, como por ejemplo caries (Mantzourani y Sharma 2013). En el caso del blanqueamiento, ésta tampoco se relacionaría con dentina expuesta, si no a la difusión que logra el peróxido a través del diente (Sulieman 2008).

En general, se describe como un estímulo doloroso de corta duración, principalmente al frío, transitorio, de mediana intensidad y que ocurre en los

primeros días de blanqueamiento. Suele resolverse espontáneamente luego que el tratamiento es finalizado (Swift 2009).

La prevalencia tiene un rango muy amplio y varía de persona a persona (Browning y cols.2007; Swift 2009). Depende de la concentración del agente blanqueador y del tiempo de aplicación de éste (Moncada y cols. 2013) y el mejor predictor de sensibilidad en el blanqueamiento pareciera ser la historia de sensibilidad del paciente (Swift 2009).

Eficiencia versus Seguridad

La eficiencia del blanqueamiento en oficina está determinada por varios factores, entre ellos, el tiempo de aplicación del agente, la temperatura, la concentración de peróxido, la aplicación de luz o fuentes de energía, el pH y la presencia de catalizadores. La manipulación combinada de ellos podría acortar el proceso dando buenos resultados (Kishi 2011).

Evidencia previa sobre la manera de manejar el tiempo de aplicación del blanqueamiento presenta resultados controversiales. En un estudio de Reis y cols. evaluaron el tiempo de aplicación del gel de peróxido de hidrógeno en 3 aplicaciones de 15 minutos en forma consecutiva en la misma sesión o 1 aplicación de 45 minutos. Concluyeron que con el segundo protocolo obtenían menores resultados en cuanto a eficacia y mayor intensidad de sensibilidad postoperatoria. Esto se explicaría por las tasas de degradación del peróxido y por los niveles de pH existentes luego de determinado tiempo (Reis y cols. 2011 b)

Soluciones más concentradas de peróxido blanquean más rápidamente al compararlas con aquellas menos concentradas, sin embargo, todas logran el mismo efecto, si son usadas por un tiempo suficiente (Sulieman y cols, 2004).

En este contexto, durante los últimos años, se han considerado muchas alternativas para acelerar la reacción química del blanqueamiento. El objetivo es aumentar la liberación de radicales libres. Cabe destacar que estos métodos no

son los responsables del blanqueamiento propiamente tal. Su fin es optimizar la descomposición del peróxido, transfiriéndole energía para que éste lleve a cabo el blanqueamiento en forma más efectiva (Torres y cols., 2013). Esto supone un menor tiempo de aplicación del agente y la posibilidad de disminuir su concentración. Entre las alternativas está el uso de distintas fuentes de luz, por ejemplo, lámpara halógena, de arco de plasma, luz azul emitida por diodos (LED), luz láser (argonio, dióxido de carbono y diodo), activadores químicos, entre otros (Sulieman 2008; Bortolatto y cols. 2013).

Antiguamente, los resultados clínicos obtenidos con el uso de luz eran pobres, mostrando un aumento en la sensibilidad dentaria post tratamiento y menor estabilidad del color a largo plazo, especialmente cuando el blanqueamiento era realizado en una sola sesión. El desarrollo más reciente en los sistemas de blanqueamiento en oficina que usan catalizadores químicos en combinación con fuentes de luz han mostrado mejores resultados y menores reportes de sensibilidad (Marson y cols. 2008)

Existe una técnica, usualmente llamada “*power bleaching*”, en donde se utiliza peróxido de hidrógeno coadyuvado por algún elemento, como por ejemplo luz o calor, que permita un tratamiento más corto, con menor concentración de peróxido, buenos resultados en el color y que induzca menos efectos adversos como la sensibilidad (Tavares y cols. 2003; Buchalla y Attin 2007).

Se utiliza de forma independiente o en combinación con blanqueamiento casero para maximizar el efecto blanqueante o bien, dar un comienzo rápido al procedimiento total antes de que el paciente continúe solo con su tratamiento en casa (Sulieman 2008).

El blanqueamiento que utiliza fuentes de luz reduce el tiempo total de tratamiento en el sillón dental. El beneficio de la luz radica en que ésta aumenta la tasa de descomposición del peróxido de hidrógeno, formando mayor cantidad de radicales

libres. Sin embargo, la luz a su vez aumenta la temperatura intrapulpar, pudiendo ocasionar daños al tejido, pero las conclusiones respecto a este riesgo siguen siendo controversiales (Bortolatto y cols. 2013; Moncada y cols. 2013). Cohen comparó en un estudio *in vivo* peróxido de hidrógeno al 35% más una fuente de calor y calor solo en dientes sanos con indicación de exodoncia. Concluyó que la sensibilidad producida en los pacientes se debía al calor producido, ya que al analizar histológicamente la pulpa de ambos grupos se observó que los cambios producidos eran similares (Cohen 1979).

Por el contrario, Moncada y cols. realizaron un estudio *in vivo* con peróxido de hidrógeno para evaluar la sensibilidad producida en presencia o no de dióxido de titanio nitrogenado activado por luz. Al comparar los grupos, concluyeron que la sensibilidad producida se debía a la concentración del peróxido y no a la activación por luz, inmediatamente después del tratamiento. Sin embargo, esta sensibilidad volvió a su estado basal después de 7 días en todos los grupos (Moncada y cols. 2013).

Suliman concluye que al existir una gran variedad de luces utilizadas en blanqueamiento, éstas no aumentan la temperatura intrapulpar de manera crítica si son utilizadas según las instrucciones del fabricante (Suliman 2008).

Otros autores postulan que la luz láser-LED ayudaría a disminuir la sensibilidad post-blanqueamiento debido al efecto de la longitud de onda del láser infrarrojo que actúa promoviendo la hiperpolarización de la membrana de los nervios, y por lo tanto, disminuyendo la generación de potenciales de acción. En consecuencia, se reduce la ocurrencia e intensidad de la sensibilidad. Esto fue evaluado por Bortolatto y cols. en un estudio *in vivo*, donde se compararon 2 grupos tratados con peróxido de hidrógeno al 35%, uno de ellos activado por luz láser-LED. El grupo sin activación por luz tuvo mayor tasa de sensibilidad, siendo ésta estadísticamente significativa (Bortolatto y cols. 2013).

Por su parte, Jung-Hyun Son y cols reportaron que el blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno combinado con irradiación láser de diodo mejora no sólo el

efecto blanqueador, sino que también protege la estructura del esmalte, en comparación con el blanqueamiento sin irradiación láser (Jung-Hyun y cols. 2012).

Sulieman y cols. concluyeron en su estudio *in vitro* que la concentración del gel de peróxido de hidrógeno era clave en el tiempo de aplicación de éste para lograr el efecto deseado, en relación exponencial (Sulieman y cols. 2004), pero las diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno usadas producen mayor o menor efecto sobre el tejido pulpar del diente, ya que hay evidencia de la penetración de los agentes blanqueadores a través de la estructura dentaria y con esto, la aparición de irritación de los tejidos y sensibilidad dental como consecuencia. La sensibilidad, entonces, sería el resultado de la difusión del peróxido y otros componentes tóxicos liberados en la descomposición de éste durante el blanqueamiento (Torres y cols., 2013).

Tradicionalmente, los agentes utilizados en blanqueamiento en oficina son en altas concentraciones para proporcionar una gran cantidad de radicales libres. Sin embargo, hay asuntos de seguridad biológica que deben ser tomados en cuenta además del efecto en el color dental, ya que la sensibilidad depende de la concentración de peróxido. Es por esto que un agente a menor concentración que produzca un blanqueamiento eficiente, pero seguro, es deseable (Tano y cols. 2012).

Recientemente, se han incorporado al blanqueamiento en oficina agentes de peróxido de hidrógeno a menores concentraciones que las habituales con la intención de aumentar la seguridad y sin afectar negativamente los resultados ópticos. Se han adicionado sustancias fotosensibles y componentes diseñados para absorber energía adicional de las fuentes lumínicas. De esta forma, la actividad del agente es catalizada y potenciada por nanopartículas semiconductoras, normalmente dióxido de titanio, que aumenta la formación de radicales libres cuando es activado por fuentes lumínicas ultravioleta y, por ende,

aumenta la degradación de los componentes orgánicos (Kishi y cols. 2011; Moncada y cols. 2013; Bortolatto y cols. 2014).

El dióxido de titanio (TiO_2) es el óxido natural formado del titanio. Es un polvo blanco, inodoro y no combustible. Los principales parámetros que afectan su comportamiento físico-químico incluyen la forma, tamaño, características de superficie y estructura interna de cada partícula. De manera clásica existe en partículas finas, pero en los últimos años se ha utilizado también en forma de nanopartículas que poseen propiedades distintas. El TiO_2 puede ser usado en pinturas, plásticos, medicinas, alimentos, cosméticos, protectores solares, etc. Tiene la capacidad de absorber luz ultravioleta, tanto en su forma clásica como en su forma de nanomaterial, con la diferencia que el primero es fuertemente blanco y el segundo es transparente. En su forma de nanopartícula, es muy usado debido a su alta estabilidad y propiedades anticorrosivas y fotocatalizadoras como un semiconductor. También ha mostrado efectos antibacterianos cuando es expuesto a la luz UV (Shi y cols. 2013).

La gran desventaja de este compuesto es que sólo la luz UV puede ser usada para las reacciones de fotocatálisis, existiendo potencialmente un daño para los tejidos al usarlo en el blanqueamiento dental. Es por esto que ha existido un gran interés por encontrar la forma de extender la absorción a luz del espectro visible (Nosaka y cols. 2005).

El dopaje por sustitución del TiO_2 con nitrógeno ha revelado una mejora en la actividad fotocatalítica. Es más, su potencial redox es apropiado para iniciar una gran variedad de reacciones orgánicas. Contextualizando, podemos decir que el uso del dióxido de titanio nitrogenado en el blanqueamiento permite aumentar la seguridad del tratamiento al poder utilizar concentraciones más bajas de peróxido con fuentes de luz más seguras (Buzby y cols. 2006; Bortolatto y cols. 2014).

Bortolatto y cols. en su estudio *in vitro*, concluyeron que el uso de peróxido de hidrógeno al 15% que contenía dióxido de titanio nitrogenado ($\text{TiO}_2\text{-N}$) fotocatalizado por luz LED-Láser, provoca menor sensibilidad dental y mayor

eficacia, comparado al peróxido de hidrógeno al 35% convencional (Bortolatto y cols. 2014).

Correlacionando la concentración del agente y la utilización de catalizadores en el blanqueamiento, Martin y cols. realizaron un estudio en donde se concluyó que la sensibilidad reportada inmediatamente después del tratamiento era significativamente menor en agente al 15% de peróxido de hidrógeno + TiO₂ activado por LED/láser en comparación al 35% del mismo agente sin el fotocatalizador, activado o no por luz. El estudio también mostró que después de 7 días de finalizado el tratamiento, en todos los grupos la sensibilidad volvía al estado basal. Por lo tanto, lo determinante era la concentración y no la luz propiamente tal (Martin y cols. 2013).

A su vez, actuales metanálisis han concluido que blanqueamiento en base a peróxido de hidrógeno al 6% es consistente, efectivo y seguro para la subsuperficie del esmalte y la dentina y para el tejido pulpar del diente (Prieto y cols. 2013).

El propósito de este estudio fue evaluar el comportamiento clínico de un agente blanqueador de peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de TiO₂, teniendo al peróxido de hidrógeno al 35% como control, ambos acelerados con luz LED/láser, y compararlos en cuanto a la sensibilidad producida en los pacientes.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis

No hay diferencias estadísticamente significativas en la seguridad biológica, determinada en sensibilidad dental durante y post-tratamiento, al comparar el blanqueamiento en oficina con peróxido de hidrógeno al 35% y con peróxido de hidrógeno al 6%+ TiO₂_N activado por láser.

Objetivo general

Comparar la sensibilidad dental durante y post-blanqueamiento producida en pacientes tratados con peróxido de hidrógeno al 35% y peróxido de hidrógeno al 6% + TiO₂_N activado por láser.

Objetivos específicos

Determinar la sensibilidad dentaria basal en cada paciente antes del tratamiento blanqueador.

Cuantificar la prevalencia de la sensibilidad dentaria durante el blanqueamiento dental, registrada por cada paciente.

Determinar la intensidad de la sensibilidad dentaria durante el blanqueamiento dental, registrada por cada paciente.

Cuantificar la prevalencia de la sensibilidad dentaria durante los días posteriores al blanqueamiento dental, registrada por cada paciente.

Determinar la intensidad de la sensibilidad dentaria durante los días posteriores al blanqueamiento dental, registrada por cada paciente.

Comparar estadísticamente los valores obtenidos entre los grupos tratados por peróxido de hidrógeno al 6 y al 35%.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseños del Estudio

Se realizó un ensayo clínico controlado doble ciego, siguiendo las recomendaciones de CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials), bajo los principios de la declaración de Helsinki y aprobado por el Comité Ético local (Facultad de Odontología, Universidad de Chile).

Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó el software GPower 3.1. Se consideró un nivel de significación del 5%, un $(1-\beta)$ de 0.90 y un "drop-out" del 5%. Estos parámetros resultaron en un tamaño muestral mínimo de 28 pacientes por grupo ($n = 28$). Para esto fueron seleccionados 30 pacientes que participaron en forma voluntaria, cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Fueron incluidos pacientes mayores de 18 años de ambos sexos que poseen sus 6 dientes anterosuperiores libres de caries y restauraciones, sin experiencia previa de blanqueamiento, y con tono dentario A2 o superior, medido con espectrometría de reflectancia (Vita Easy Shade®) en la unión del tercio medio con el cervical de la cara vestibular de los dientes 1.1 y 2.1.

Los pacientes debieron estar dispuestos a asistir a los controles.

Fueron excluidos los pacientes en tratamiento médico farmacológico, embarazadas o en periodo de lactancia, aquellos que relataron sensibilidad dentaria previa y bruxópatas.

También fueron excluidos los pacientes que poseían cracks dentales visibles, recesiones gingivales, lesiones cervicales no cariosas, tratamiento endodóntico o defectos del desarrollo (hipoplasias, hipomineralizaciones, etc.) en el grupo anterosuperior y aquellos con tinciones por tetraciclinas o fluorosis.

Lugar de Estudio

Las mediciones y tratamiento fueron realizados en Clínica Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Intervención

Se utilizó un diseño de boca dividida, existiendo dos grupos, los cuales fueron asignados al azar con Microsoft Excel 2010 (Microsoft, Redmond, Washington, USA).

- Grupo 1: Hemiarcada tratada con peróxido de hidrógeno al 35%
- Grupo 2: Hemiarcada tratada con peróxido de hidrógeno al 6% con partículas de dióxido de titanio nitrogenado

Ambos grupos fueron fotoacelerados con luz híbrida azul y láser infrarrojo (LED/láser). Los grupos experimentales, siglas, la composición, nombres comerciales y los fabricantes que serán utilizados en este estudio se describen en la Tabla 1.

Tabla 1: Grupos experimentales

Grupo	Agente Clareador	Nombre Comercial – Fabricante
PH6 (experimental)	Nanoclareador constituido por peróxido de hidrógeno 6% conteniendo nanopartículas de TIO_N como semiconductor	Lase Peroxide Lite® DMC Equipamentos, São Carlos, São Paulo - Brasil Registro ANVISA 80030810082
PH35 (control)	Clareador convencional constituido por peróxido de hidrógeno 35%	Total Blanc Office® H35 – NovaDFL

En primera instancia, a todos los pacientes se les presentó un consentimiento informado (Anexo 1) que debieron leer, asentir y firmar para poder comenzar el tratamiento. Luego se completó una ficha clínica (Anexo 2) con los datos y los hallazgos del examen clínico.

Protocolo de Blanqueamiento

A todos los pacientes se les realizó profilaxis con escobilla y piedra pómez al inicio de cada sesión para eliminar la capa mucoproteica de la superficie de los dientes y así no ver afectada la eficacia del peróxido de hidrógeno si actuara sobre la película adherida. Se registró la sensibilidad basal y no se trabajó con anestesia para no perder el control de la sensibilidad.

Se utilizó separador labial y una barrera gingival fotopolimerizable (Lase Protect - DMC, São Carlos, SP, Brazil) para proteger los tejidos blandos, previo a la aplicación de los geles.

Los geles fueron mezclados en sus fases 1 (peróxido) y 2 (espesante) en proporción 3:1, según las instrucciones del fabricante, y se aplicaron de manera homogénea sobre la superficie vestibular de los dientes. Una hemiarcada (de incisivo central a primer premolar superior) fue tratada con peróxido de hidrógeno al 35% y la otra (de incisivo central a primer premolar superior contralaterales), con peróxido de hidrógeno al 6%+nanopartículas de TiO₂. Ambos geles fueron aplicados por un operador que desconocía la concentración del producto.

El gel se mantuvo en contacto con la superficie del diente durante 12 minutos. Durante este período se llevó a cabo la fotoaceleración alternando arcadas superior e inferior, durante 2 minutos cada una, completando 6 ciclos de aplicación de luz híbrida LED/láser de 1500 mW (Whitening Lase Light Plus, DMC – Equipamientos Ltda, San Carlos, Brasil). Los geles fueron limpiados y aplicados de la misma forma por segunda vez. En total, los geles estuvieron en contacto con

la superficie dentaria 24 minutos por cada sesión, 72 minutos el tratamiento completo.

Concluida la segunda aplicación, cada gel fue removido y las superficies dentarias lavadas con abundante agua. Luego se esto, la barrera gingival fue retirada.

A todos los pacientes se les aconsejó evitar el consumo de alimentos con alta cantidad de pigmentos, como el café, té, el vino, bebidas gaseosas, beterraga, etc. mientras durara el tratamiento. De igual forma, se les indicó no usar dentífricos desensibilizantes.

Se repitió el proceso a los 7 y 14 días consecutivos y se realizó una sesión de control una semana después de la última intervención.

En los casos de contacto del gel con tejidos blandos durante el blanqueamiento, se neutralizó la acción del gel pasando un algodón embebido en agua bicarbonatada al 10% en la zona afectada.

De existir diferencias visuales perceptibles en cuanto al cambio de color dentario, a todos los pacientes se les ofreció repetir el tratamiento hasta que los tonos fueran similares y el paciente estuviera conforme.

Evaluación de Sensibilidad

La sensibilidad dental fue medida utilizando Escala Visual Análoga (EVA). Ésta consiste en una línea horizontal de 100 milímetros. El extremo izquierdo corresponde a “sin dolor” y el extremo derecho, “dolor insoportable”. El paciente debió marcar una línea vertical donde consideró se encontraba su nivel de dolor. Luego, se utilizó una regla milimetrada para llegar a un valor cuantificable (Williamson y Hoggart 2005; Martin y cols. 2013).

En el examen inicial del paciente se registró la sensibilidad basal. Para ello, se sondeó y se aplicó un chorro de aire desde la jeringa triple del sillón dental en cada uno de los dientes que fueron tratados, a una distancia de 1 centímetro durante 5 segundos y se registró según EVA.

Inmediatamente después de cada sesión se registró la aparición o no de sensibilidad dental durante el tratamiento.

La sensibilidad fue evaluada en 7 tiempos (previo al tratamiento, durante el tratamiento por cada sesión y por semana posterior a cada sesión). Para ello, se entregó al paciente un diario de sensibilidad (Anexo 3) que debió llenar durante los siguientes 7 días consecutivos a la última intervención.

Los valores fueron organizados en dos categorías:

- Porcentaje de pacientes que presentaron sensibilidad en algún momento del tratamiento, fue considerado como Riesgo Absoluto de sensibilidad
- Intensidad de la sensibilidad. Para el análisis de ésta, se utilizó el mayor valor registrado.

Análisis Estadístico

Para evaluar los datos se realizó el análisis estadístico de homogeneidad y normalidad (Shapiro-Wilk).

Para determinar la variación de la sensibilidad se comparó la sensibilidad inicial medida según EVA con los valores en los distintos controles (pruebas de Friedman y Wilcoxon). Para comparar el riesgo absoluto de sensibilidad entre los agentes se utilizó la prueba Z.

La intensidad de sensibilidad fue comparada entre los grupos, utilizando prueba U de Mann-Whitney.

Fue considerado un valor del error alfa de 0.05 para todas las pruebas estadísticas.

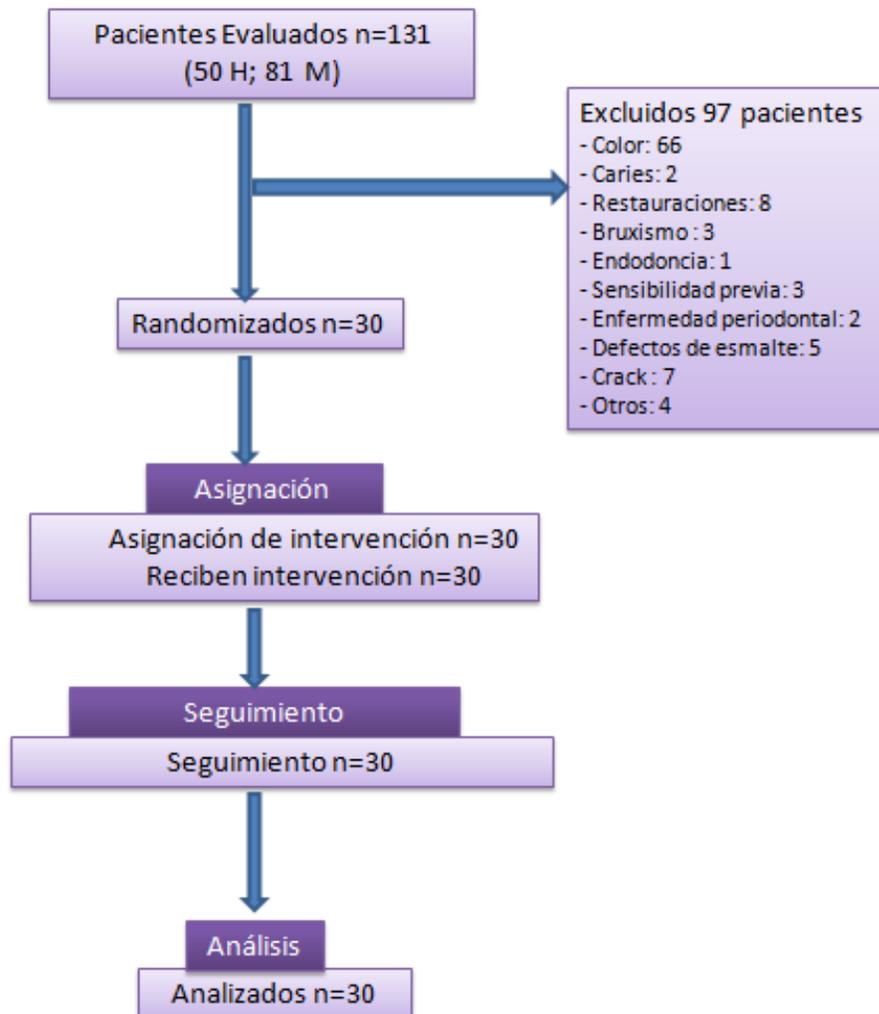
Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas utilizando el software SPSS 22.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA)

RESULTADOS

Distribución de la muestra

De un total de 131 pacientes evaluados para el estudio, 50 hombres y 81 mujeres, 101 fueron excluidos por incumplimiento de criterios de inclusión. Todos los pacientes examinados y excluidos forman parte del n inicial, como se refleja en el diagrama de flujo de cada fase del estudio (Figura N°2). El total de pacientes seleccionados para realizar la intervención fueron 30 personas.

Fig. 2. Flujograma de selección de paciente



Del total analizado (n=30), 36,6% corresponde a mujeres y 63,3% a hombres. Las edades y desviación estándar según sexo se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Promedio y desviación estándar de las edades de los pacientes seleccionados, según sexo.

	Promedio (años)	Desviación Estándar
Hombres	24,1	5,8
Mujeres	25,2	7,4

Se analizaron los datos de escala EVA con test de Shapiro- Wilk, dando como resultado que no presentó distribución normal.

Riesgo de Sensibilidad

El grupo tratado con peróxido de hidrógeno al 6% más dióxido de titanio nitrogenado (PH6 de ahora en adelante) refirió sensibilidad en el 36,6% (n=11) y el grupo tratado con peróxido de hidrógeno al 35% (PH35 de ahora en adelante) en el 50% (n=15) de los pacientes. Las siglas utilizadas son las siguientes:

- Baseline: Sensibilidad registrada antes de comenzar el tratamiento.
- D: Sensibilidad registrada durante el tratamiento en la primera (D1), segunda (D2) y tercera sesión (D3).
- Sem: Mayor valor de sensibilidad registrada en la semana consecutiva a cada sesión.

Para ambos grupos, observamos que la mayoría de los pacientes no refirió sensibilidad. Sin embargo, se reportó sensibilidad en todos los tiempos de medición, siendo el mayor porcentaje durante la primera semana (Sem1). El comportamiento fue similar entre ambos agentes blanqueadores, pero hubo mayor reporte en el grupo PH35 en todos los tiempos de medición una vez comenzado el tratamiento. Los mayores porcentajes de sensibilidad fueron en las semanas consecutivas a cada sesión, no así durante el tratamiento en el sillón. En todos los

casos remitió en forma espontánea, sin necesidad de tratamientos adicionales.-- Al final de la tercera semana y al mes se realizaron controles y ningún paciente refirió continuidad en la sensibilidad. Ningún paciente abandonó el estudio debido a la sensibilidad. Esto se observa en la figura 3.

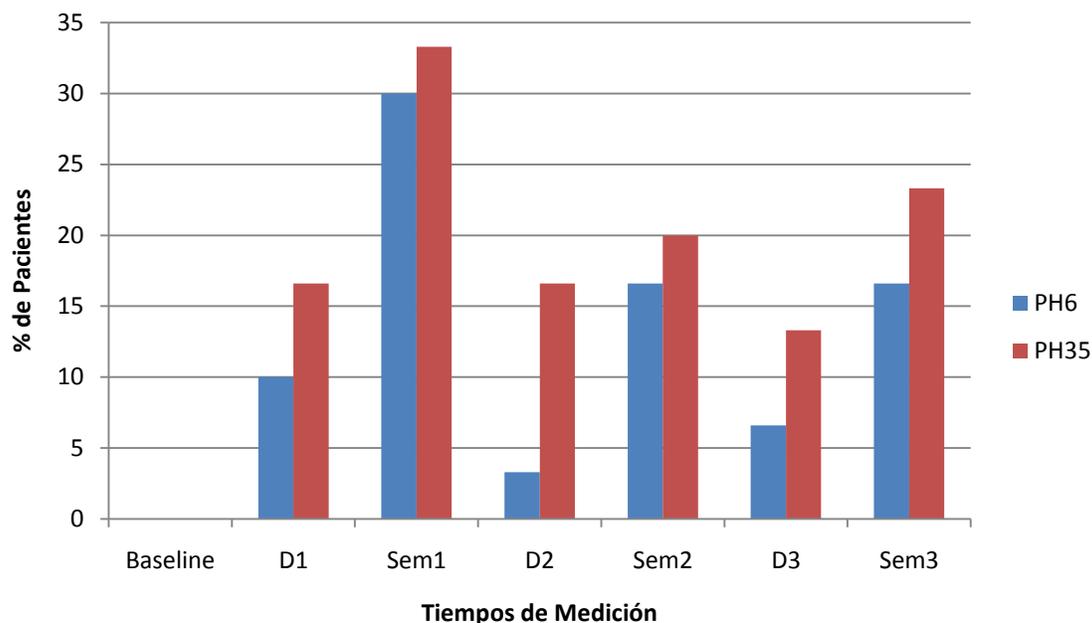


Figura 3. Gráfico que representa el porcentaje de pacientes con ocurrencia de sensibilidad en cada tiempo, por grupo.

Al evaluar la sensibilidad en el grupo PH6 en los distintos tiempos se observa que hay diferencias entre las distintas evaluaciones ($p=0,005$), es decir, se observa un aumento significativo de la sensibilidad en comparación al tiempo 0 o baseline. (Test de Friedman)

Se realizó prueba de Wilcoxon para comparar los distintos tiempos. Sólo existió diferencias significativas en el grupo PH6 entre el baseline y las semanas 1, 2 y 3 ($p<0,05$).

Para el grupo PH35 no hubo diferencias significativas de la sensibilidad en las distintas evaluaciones (Test de Friedman), pero sí al compararla en los distintos tiempos (prueba de Wilcoxon). Al igual que el grupo PH6, estas diferencias se observaron en las semanas 1, 2 y 3 al compararlas con el baseline ($p < 0,05$), pero además existió diferencias durante el tratamiento en las primera y segunda sesión (D1 y D2).

En la figura 4 se observa la variación de la sensibilidad, según número de pacientes, en el tiempo. Podemos ver que el grupo PH35 obtuvo mayores valores en todos los momentos de evaluación que el grupo PH6, siendo para ambos la primera semana la más crítica. También se observa que para ambos grupos, los momentos con mayor reporte de sensibilidad es en los días posteriores al blanqueamiento y no durante el tratamiento propiamente tal.

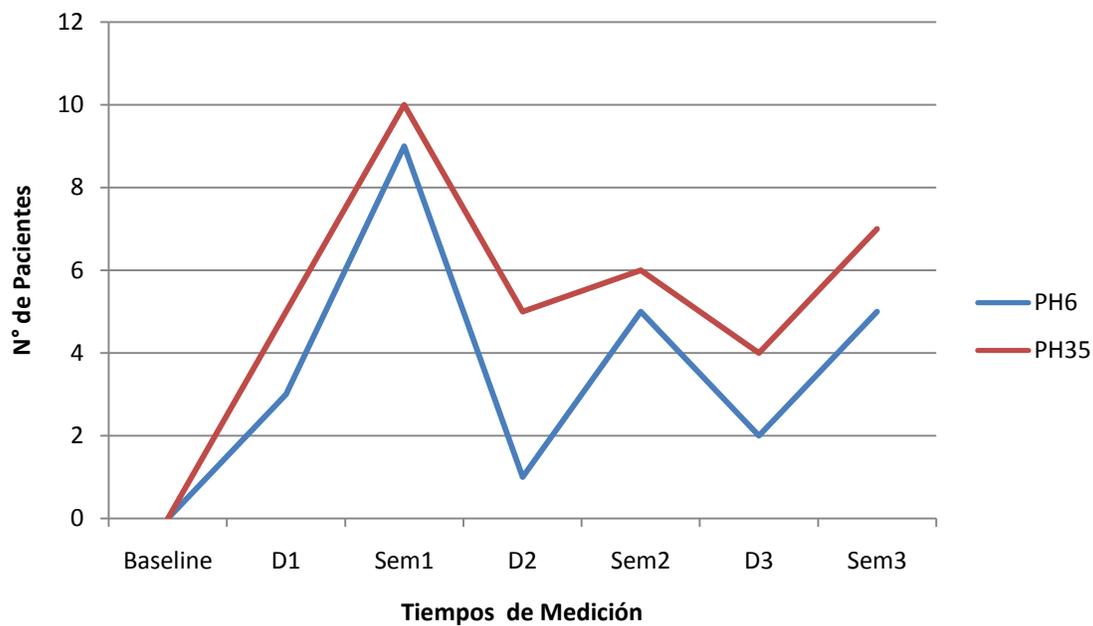


Figura 4. Evolución de la sensibilidad en el tiempo

Al comparar el riesgo absoluto de sensibilidad entre ambos grupo, no existen diferencias significativas entre los compuestos en ninguno de los tiempos evaluados ($p>0,05$) (prueba Z).

Intensidad de Sensibilidad

Los datos se presentan en las tablas 3 y 4. Se reportó solo un paciente con sensibilidad severa en el grupo PH35, el cual se resolvió espontáneamente. La intensidad fue dividida por conveniencia de la siguiente manera: 0 milímetros: Sin sensibilidad, 1 a 25 milímetros: Sensibilidad leve, 26 a 50 milímetros: Sensibilidad moderada, 51 a 75 milímetros: Sensibilidad considerable, 76 a 100 milímetros: Sensibilidad severa.

Tabla 3. Número de pacientes por intensidad de sensibilidad y por tiempo, según escala visual análoga para el grupo PH6

PH6	D 1	Sem 1	D 2	Sem 2	D 3	Sem 3
Sin sens.	27	21	29	25	28	25
Leve	3	8	0	3	2	2
Moderada	0	1	1	2	0	3
Considerable	0	0	0	0	0	0
Severa	0	0	0	0	0	0

Tabla 4. Número de pacientes por intensidad de sensibilidad y por tiempo, según escala visual análoga para el grupo PH35

PH35	D 1	Sem 1	D 2	Sem 2	D 3	Sem 3
Sin sens.	25	20	25	24	26	23
Leve	3	9	3	5	3	3
Moderada	2	1	2	1	1	3
Considerable	0	0	0	0	0	0
Severa	0	0	0	0	0	1

Al comparar ambos grupos, se puede observar un comportamiento similar, ya que ambos no la presentan en la mayoría de los pacientes. De los pacientes que sí refirieron sensibilidad, la mayoría se encuentra en la intensidad leve. Para el grupo PH6 la menor intensidad de sensibilidad se reportó en D2 y para el grupo PH35 en D3.

Podemos ver que hay un mayor porcentaje de pacientes que refieren sensibilidad en el grupo PH6, sin embargo, al utilizar test de Mann-Whitney para comparar la intensidad entre ambos grupos según escala EVA, no existen diferencias significativas ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

La demanda por blanqueamiento dental ha aumentado en los últimos años. Se considera una alternativa terapéutica conservadora y fácil de llevar a cabo para el tratamiento de dientes decolorados (Sulieman 2008; Alomari Q y El Daraa E, 2010) Dentro de sus afectos adversos, el más prevalente es la sensibilidad dental (Swift 2006; Yileng y cols. 2009; Dawson y cols. 2011; Almeida y cols. 2012).

Se han realizado estudios en relación a la sensibilidad con respecto a la concentración del agente blanqueador, su técnica de aplicación y el tiempo que está en contacto con el diente (Torres y cols. 2006; Bernardony cols. 2010; Reis y cols. 2011 b; Almeida y cols. 2012). Existen además, catalizadores lumínicos y químicos, entre ellos el dióxido de titanio nitrogenado, que ayudan a aumentar la efectividad del tratamiento y bajar las concentraciones de los agente utilizados y el tiempo de contacto con el diente (Kishi y cols. 2011; Reis y cols. 2013)

Los resultados del presente estudio muestran que, aunque la mayoría de los pacientes no relató sensibilidad, existe riesgo absoluto de ésta con ambos geles y que la intensidad se comportó de manera similar. Sin embargo, no existen diferencias estadísticamente significativas en la seguridad biológica, determinada en sensibilidad dental durante y post-tratamiento, al comparar los dos grupos, por lo que se acepta la hipótesis nula.

En relación al riesgo absoluto de sensibilidad, 36% para el grupo PH6 y 50% para el grupo PH35, los datos son consistentes con lo reportado en el estudio de Bortolatto y cols. y Moncada y cols. en donde utilizaron peróxido de hidrógeno al 15%, donde se concluye que agentes con menor concentración serían más favorables para el uso en todos los pacientes (Moncada y cols. 2013; Bortollato y cols. 2014).

En ambos grupos, el momento en donde se reportó mayor sensibilidad fue en la semana posterior a la primera sesión y este aumento fue significativo. También fue

significativo el aumento observado en las semanas 2 y 3 al compararlas con el baseline en los dos grupos evaluados. Los menores reportes fueron durante el tratamiento en el sillón, pero en el grupo PH35 este aumento en la sensibilidad respecto al baseline fue significativo en D1 y D2, no así en el grupo PH6. Esto no concuerda con lo encontrado por Reis y cols., quienes presentan una hipótesis que podría explicar porqué en su estudio los pacientes refieren más dolor inmediatamente después del tratamiento que en los días siguientes. Reis y su equipo comentan que el estrés oxidativo generado por la presencia de radicales libres activa al sistema de defensa de las células de la pulpa inmediatamente después que el peróxido de hidrógeno alcanza la pulpa. Esta acción probablemente libera antioxidantes endógenos, como las peroxidasas y catalasas, que promueven la degradación enzimática del peróxido para evitar excesivo daño tisular. A medida que pasa el tiempo, la cantidad de los oxidantes y mediadores inflamatorios se reduce y menos fibras nerviosas son, por lo tanto, excitadas (Reis y cols. 2011 a) También se ha propuesto como explicación que existe un acostumbamiento por parte de los pacientes a la sensibilidad, o bien, una disposición emocional positiva después del blanqueamiento, que podría inhibir el dolor a nivel central, causando la liberación de endorfinas que disminuyen la sensación de dolor (Martin y cols. 2013).

En nuestro caso, una posible explicación al bajo reporte de sensibilidad durante las sesiones puede ser la exposición a la luz híbrida LED/láser. Por una parte, existen estudios que establecen que el uso de fuentes de luz aumenta la temperatura intrapulpar y la penetración de peróxido en la cámara, incluso dañando las células odontoblásticas directamente y exacerbando los niveles de sensibilidad (Dias y cols. 2009; Kossatz y cols. 2011; Reis y cols. 2011 a; Li-Bang y cols. 2012). Kugel y cols. encontraron en su estudio que existía una mejora inmediata y significativa en el cambio de color post blanqueamiento al utilizar peróxido al 25% con luz LED, dando menores recidivas, pero con altos niveles de ocurrencia e intensidad de sensibilidad (Kugel y cols. 2009). Pero por otra parte, existen estudios que demuestran, contrariamente, que el uso de luz no modifica

este efecto adverso, o bien, pasa a ser un determinante secundario, ya que la sensibilidad se produce también en tratamientos sin luz (Almeida y cols. 2012; Moncada y cols. 2013). Bernardon y cols. no encontraron influencia de la luz LED/láser en su estudio *in vivo* usando peróxido de hidrógeno al 35% en oficina en la intensidad de la sensibilidad (Bernardon y cols. 2010). Esto hace considerar que la concentración y tiempo son los determinantes principales. En este estudio, la luz y el tiempo no son fuente de discusión, ya que ésta fue aplicada a ambos grupos por la misma cantidad de tiempos.

Por otra parte, existen autores que postulan una acción terapéutica al uso de luz LED/láser en el blanqueamiento. Debido a las características de las luces utilizadas (LED azul y láser infrarrojo) podemos tener un efecto de activación para la conversión de la energía luminosa en energía térmica de baja intensidad en el interior del gel de blanqueamiento, con una acción analgésica y antiinflamatoria, ya que es sabido que el láser infrarrojo actúa a una longitud de onda que es capaz de promover una hiperpolarización de la membrana de la neurona, así disminuyendo la generación de potenciales de acción y consecuentemente reduciendo la ocurrencia e intensidad de la sensibilidad (Bortolatto y cols. 2013), constituyendo así una posible explicación a lo observado en este estudio.

Proponemos futuras investigaciones para evaluar los momentos en donde existe mayor riesgo de sensibilidad post tratamiento, ya que en la literatura revisada existe poca claridad en qué fase del blanqueamiento se produce con mayor prevalencia.

La sensibilidad en el blanqueamiento está directamente asociada a la habilidad del agente de alcanzar la cámara pulpar debido a la penetración del peróxido por los tejidos del diente (Moncada y cols. 2013). La cantidad de peróxido que penetra podría estar influenciado por el grosor del esmalte y dentina (Charakom y cols. 2009; Almeida y cols. 2012). En este estudio, el grosor de los dientes no fue determinado, pero la muestra presenta edades similares y ausencia de patologías

dentales, por lo que podríamos asumir que el grosor de los dientes en este estudio no participa en la variación de sensibilidad. Esto se observa de manera clínica en un estudio de Moncada y cols. en donde el grosor, evaluado con tomografía computada Cone Beam, no se relaciona con la sensibilidad post blanqueamiento, incluso comparando los pacientes más jóvenes con los más viejos (Moncada y cols. 2013).

La sensibilidad también se asocia a la cantidad de tiempo que el peróxido está en contacto con el diente. En el estudio de Soares y cols., los autores comprobaron *in vitro* que acortando el tiempo de contacto de un gel de peróxido de hidrógeno al 35% o reduciendo su concentración, se producía un cambio gradual de color dental y se reducía la difusión del químico a través del esmalte y dentina (Soares y cols. 2014). Existe evidencia que el paso de peróxido de hidrógeno al 15% hacia la cámara pulpar ocurre en menos de 30 minutos, incluso sin exceder un rango entre 5 y 15 minutos (Martin y cols. 2013). Joiner y cols. encontraron bajos niveles de peróxido en cámaras pulpares de dientes extraídos 20 minutos después de tratados con peróxido de hidrógeno al 6% (Joiner y cols. 2004). En el presente estudio, el tiempo del agente en contacto con el diente fue de 24 minutos por sesión, lo que concuerda con tiempos necesarios para provocar sensibilidad.

En este estudio, el reporte de sensibilidad fue siempre menor para el grupo PH6 (36,6% versus 50%). De todas formas, al compararlo con el grupo PH35 no se obtuvieron diferencias significativas. Esto se explicaría por la menor concentración del agente y está en concordancia con la literatura encontrada (Yileng y cols. 2009; Bernardony cols. 2010; Mantzourani M y Sharma D, 2013). Moncada y cols. observaron en su estudio que al comparar concentraciones de peróxido de hidrógeno al 15 y al 35%, el primero provocaba menos sensibilidad inmediatamente después del tratamiento. (Moncada y cols. 2013). Martin y cols. encontraron en su estudio menores niveles de sensibilidad con peróxido de hidrógeno al 15% más partículas de TiO₂ activado por luz, en comparación al 35% con o sin activación por luz, pero sin diferencias significativas. Postulan que la

respuesta de un paciente al blanqueamiento es difícilmente predecible, por tanto los protocolos no son efectivos para todos (Martin y cols. 2013). Reis y cols. compararon peróxido de hidrógeno al 35 y al 20%, los cuales dieron tasa de sensibilidad similares, pero menores a las reportadas en la literatura. Esto se presume que es debido a otros componentes en algunos agentes blanqueadores, como es el caso del gluconato de calcio al 2%, que es usado en la industria farmacéutica como fuente de reemplazo de calcio en el cuerpo y en el caso del blanqueamiento, prevenir la desmineralización del esmalte (Reis y cols. 2013). Esto involucra mayores factores dentro de los estudios clínicos que debemos observar al comparar la seguridad de productos blanqueadores.

La literatura actual dice que la sensibilidad post- blanqueamiento va disminuyendo a medida que el tratamiento avanza (Almeida y cols. 2012). Existe evidencia que habla sobre la duración de la sensibilidad, que usualmente sería entre 1 y 4 días, habiendo otros estudios que reportan un máximo de 7 días en volver al estado basal (Al Shethri y cols. 2003; Sulieman 2008). Esto concuerda con lo observado en esta investigación, en donde todos los pacientes con sensibilidad relataron el cese espontáneo de ésta, sin necesidad de tratamientos adicionales y con retorno al estado basal (sin sensibilidad) en los controles posteriores.

La intensidad de sensibilidad fue en su mayoría leve. La literatura revisada es poco clara en cuanto a la intensidad, variando de leve a moderada, con algunos casos aislados de intensidad severa (Sulieman 2008; Reis y cols. 2011(a); Reis y cols. 2011(b)). Esto podría deberse a los distintos protocolos y concentraciones utilizados en los estudios. La baja intensidad reportada en la presente investigación podría explicarse por la estricta selección de los pacientes, y que fue un requerimiento del comité de ética local con el objetivo de evitar problemas de rápida difusión del agente a la cámara pulpar ya que dientes con caries, cracks, restauraciones y/o dentina expuesta tienen mayor riesgo de desarrollar sensibilidad y de mayor intensidad (Gökay y cols. 2000; Moncada y cols. 2013)

Dentro de las limitaciones de este estudio se encuentran la distribución de sexo, que no fue similar, a pesar de que el reclutamiento fue libre y absolutamente al azar, presentando mayor cantidad de pacientes hombres. Tin-Oo y cols. observaron que las mujeres suelen preocuparse más por la estética y son más críticas al juzgar su apariencia dental (Tin-Oo y cols. 2011). Asimismo, las mujeres poseen color dental más blanco que los hombres (Gozalo y cols. 2008), lo que puede explicar esta diferencia en la distribución.

Se utilizó un diseño de boca dividida que permitió simultáneamente comparar los dos agentes en un mismo paciente, disminuyendo el sesgo de información. Sin embargo, la subjetividad del dolor pasa a ser un problema, por mucho que se utilicen escalas de medición validadas, lo que pudo afectar el reporte de sensibilidad. La experiencia de un evento sensorial puede variar sustancialmente entre los individuos. En el caso del dolor, expectativas positivas pueden reducir la experiencia subjetiva del dolor evocado por estímulos nocivos consistentes, mientras que expectativas negativas pueden resultar en la amplificación del dolor (Mantzourani M y Sharma D, 2013).

No se estandarizaron los hábitos del paciente que podrían afectar la sensibilidad dentaria (Tortolini 2003). A pesar de que en cada sesión se les recomendó no consumir alimentos ácidos y que contuvieran colorantes fuertes, esto no fue registrado en, por ejemplo, un diario dietético. De igual forma, no se obtuvo registro del tipo de cepillo, pasta, colutorios y/o medicamentos analgésicos o antiinflamatorios durante el tratamiento. En un estudio de Charakom y cols. se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la sensibilidad durante el blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38% en pacientes premedicados con ibuprofeno de 600 mg., no así en las horas posteriores a éste, debido a la vida media del medicamento (Charakom y cols. 2009) Podríamos suponer que los resultados, en cuanto al riesgo absoluto e intensidad dentro de un mismo paciente, se pudieron ver afectados si el paciente consumió antiinflamatorios por alguna otra razón en los días posteriores al blanqueamiento.

Los participantes de este estudio toleraron bien la sensibilidad, a pesar de que hubo un reporte de intensidad severa, podemos decir que el beneficio del tratamiento para los pacientes fue mayor que la molestia, ya que ninguno abandonó el estudio por sensibilidad. Como en el reporte de Alomari Q y El Daraa, donde se muestra que el cambio de color dental es lo más importante para los pacientes y que ellos pueden tolerar niveles moderados de sensibilidad en orden de concretar ese objetivo (Alomari y El Daraa, 2010).

Este estudio permite tener una aproximación más al momento de la elección de protocolos de blanqueamiento. Sin embargo, como la sensibilidad no parece ser el tópico más importante para los pacientes, debemos correlacionar los resultados con el fin último de este tratamiento, es decir, que tan efectivo resulta en el decoloramiento de los dientes. Por lo tanto, para el profesional se hace necesario evaluar distintas aristas al momento de elegir el mejor tratamiento para un paciente en particular, que englobe los resultados, las expectativas, la seguridad, los costos, etc.

CONCLUSIONES

Existe riesgo de sensibilidad post blanqueamiento dental en oficina con peróxido de hidrógeno activado por LED/láser, tanto al 35% como al 6%+TiO₂_N.

La intensidad de la sensibilidad post blanqueamiento en oficina es similar para ambos grupos evaluados, en su mayoría leve.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el riesgo absoluto de sensibilidad dental durante el tratamiento y posterior a éste, medida con escala visual análoga.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el nivel de intensidad de sensibilidad dental durante el tratamiento y posterior a éste, medida con escala visual análoga.

El blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado activado por luz LED/láser es un tratamiento seguro para los pacientes, dentro de lo evidenciado en este estudio, y lo consideramos como una opción válida en cuanto a sensibilidad post operatoria se refiere, cuando la historia clínica del paciente es considerada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd-Elmeguid A, Yu DC (2009). Dental Pulp Neurophysiology: part 1. Clinical and Diagnostic Implications. J Can Dent Assoc., 75: 55-9

Afonso S, Carneiro M, Ribeiro C, Gasparoto M, Maciel M (2007). Penetration of 38% Hydrogen Peroxide into the Pulp Chamber in Bovine and Human Teeth Submitted to Office Bleach Technique. JOE, 33:1074-1077

Al Shethri S, Matis BA, Cochran MA, Zekonis R, Stropes M (2003) A Clinical Evaluation of Two In-Office Bleaching Products. Operative Dentistry, 28: 488-495

Almeida L, Costa C, Riehl H, H. dos Santos P, Sundfeld R, Briso A (2012) Occurrence of Sensitivity During At-Home and In-Office Tooth Bleaching Therapies With or Without Use of Light Sources. Acta Odontol. Latinoam., 25:3-8

Alomari Q, El Daraa E (2010). Randomized Clinical Trial of In-Office Dental Bleaching with or without Light Activation. The Journal of Contemporary Dental Practice, 11:1-8

Amengual-Lorenzo J, Llana-Puy MC, Forner-Navarro L. (2005) Reproducibilidad en la medición del color *in vitro* e *in vivo* mediante colorímetros específicos para uso dental. RCOE, 10: 263-267

Auschill TM, Hellwig E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler NB (2005). Efficacy, Side-effects and Patient's Acceptance of Different Bleaching Techniques (OTC, in-office, at-home). Operative Dentistry, 30:156-163

Bernardon JK, Sartori N, Ballarin A, Perdigão J, Lopes G, Baratieri LN (2010). Clinical Performance of Vital Bleaching Techniques. Operative Dentistry, 35: 3-10

Bertone N, Zaiden S (2008). Blanqueamiento dentario. Aplicaciones clínicas. Revista de la Facultad de Odontología (UBA), 23: 19-25.

Bortolatto J, Pretel H, Neto S, Andrade M, Moncada G, Oliveira O (2013). Effects of LED –laser hybrid light on bleaching effectiveness and tooth sensitivity: a randomized clinical study. Laser Phys. Lett. 10:66-71

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, 93:66-71

Browning W, Blalock J, Frazier K, Downey M, Myers M (2007). Duration and Timing of Sensitivity Related to Bleaching. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 19:256–264

Buchalla W, Attin T (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser: A systematic review. Dental materials, 23:586–596

Buzby S, Barakat MA, Lin H, Ni C, Rykov SA, Chen JG, Ismat S (2006) Visible light photocatalysis with nitrogen-doped titanium dioxide nanoparticles prepared by plasma assisted chemical vapor deposition. Journal of Vacuum Science and Technology, 24:1210-1214

Cakir FY, Korkmaz Y, Firat E, Oztas SS, Gurgan S (2011). Chemical Analysis of Enamel and Dentin Following the Application of Three Different At-home Bleaching Systems. Operative Dentistry, 36:529-536

Charakorn P, Cabanilla LL, Wagner WC, Foong WC, Shaheen J, Pregitzer R, Schneider D. (2009) The Effect of Preoperative Ibuprofen on Tooth Sensitivity Caused by In-office Bleaching. Operative Dentistry, 34:131-135.

Cohen SC (1979). Human pulpal response to bleaching procedure on vital teeth. *Journal of Endodontics*, 5:134-138

Gökay O., Tunçbilek M., Ertan R. (2000). Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents on teeth restored with a composite resin. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27:428–431

Dahl JE, Pallesen U (2003). A Critical Review of the Biological Aspects Tooth Bleaching. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14:292-304

Dawson PFL, Sharif MO, Smith AB, Brunton PA (2011). A Clinical Study Comparing the Efficacy and Sensitivity of Home vs Combined Whitening. *Operative Dentistry*, 36:460-466

Dias Ribeiro AP, Sacono NT, Lessa FC, Nogueira I, Coldebella CR, Hebling J, de Souza Costa CA. (2009) Cytotoxic effect of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on odontoblast-like MDPC-23 cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 108:458-64

Duvernay E, Srinivasan M, Legrand LD, Herrmann FR, von Steinbüchel N, Müller F. (2014) Dental appearance and personality trait judgment of elderly persons. *The International Journal of Prosthodontics*, 27:348-54.

Gozalo-Diaz D, Johnston W, Wee A. (2008) Estimating the color of maxillary central incisors based on age and gender. *Journal of Prosthetic Dentistry.*, 100: 93–98.

Ingle JI, Bakland LK. (2002). *Endodontics*. 5^o ed. Canada: BC Decker Inc.

Joiner A, Thakker G, Cooper S (2004). Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness *in vitro*. *Journal of Dentistry*, 32:27-34

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

Jung-Hyun S, Ji-Hae A, Byung-Kuk K, In-Nam H, Yeong-Joon P, Ho-Jun S. (2012) Effect of laser irradiation on crystalline structure of enamel surface during whitening treatment with hydrogen peroxide. *Journal of Dentistry*, 40: 941-948.

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

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

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

Kugel G, Papathanasiou A, Williams AJ, Anderson C, Ferreira S (2006). Clinical evaluation of chemical and light-activated tooth whitening systems. *Compendium* 27:54-62

Kugel G, Ferreira S, Sharma S, Barker M, Gerlach R (2009) Clinical Trial Assessing Light Enhancement of In-office Tooth Whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 21:336–347

Li-Bang H, Mei-Ying S, Ke T, Xin X, Ji-Yao L. The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-office vital bleaching: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry* 40:644–653

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

Marson F, Sensi L, Vieira L, Araújo E (2008). Clinical Evaluation of In-office Dental Bleaching Treatments With and Without the Use of Light-activation Sources. *Operative Dentistry*, 33:15-22

Martin J, Fernandez E, Bahamondes V, Werner A, Elphick K, Batista O, Moncada G (2013). Dentin hypersensitivity after teeth bleaching with in-office systems. Randomized clinical trial. *American Journal of Dentistry*, 26:10-14

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*, 34:142-149

Mohan N, Westland S, Brunton P, Ellwood R, Pretty IA, Luo W (2008). A clinical study to evaluate the efficacy of a novel tray based tooth whitening system. *Journal of Dentistry*, 36:21-26

Moncada G, Sepúlveda D, Elphick K, Contente M, Estay J, Bahamondes V, Fernandez E, Oliveira OB, Martin J (2013). Effects of Light Activation, Agent Concentration, and Tooth Thickness on Dental Sensitivity After Bleaching. *Operative Dentistry*, 38:467-476

Nosaka Y, Matsushita M, Nishino J, Nosaka A (2005) Nitrogen-doped titanium dioxide photocatalysts for visible response prepared by using organic compounds. *Science and Technology of Advanced Materials*, 6:143–148

Prieto M, Cereño V, Rojas M, Ortega K, Bersezio C, Oliveira Jr. O, Vildósola P, Martín J, Letelier C, Fernández E. (2013) Estado actual del blanqueamiento. Sigue siendo un tratamiento seguro? Review. Revista Dental de Chile, 104:14-18

Real academia española 2014 <http://www.rae.es/>

(a) Reis A, Dalanhol A, Cunha TS, Kossatz S, Loguercio AD (2011) Assessment of Tooth Sensitivity Using a Desensitizer Before Light-activated Bleaching. Operative Dentistry, 36:12-17

(b) Reis A, Tay LY, Herrera DR, Kossatz S, Loguercio AD. (2011). Clinical Effects of Prolonged Application Time of an In-office Bleaching Gel. Operative Dentistry, 36:590-596

Reis A, Kossatz S, Martins GC, Loguercio AD (2013) Efficacy of and Effect on Tooth Sensitivity of In-office Bleaching Gel Concentrations: A Randomized Clinical Trial. Operative Dentistry, 38:386-393

Samorodnitzky-Naveh G, Geiger S, Levin L (2007). Patients' satisfaction with dental esthetics. JADA, 138:805-8.

Shethri S, Matis BA, Cochran MA, Zekonis R, Stropes M (2003). A Clinical Evaluation of Two In-Office Bleaching Products. Operative Dentistry, 28:488-495

Shi H, Magaye R, Castranova V, Zhao J (2013). Titanium dioxide nanoparticles: a review of current toxicological data. Particle and Fibre Toxicology, 10:10-15

Soares D, Basso F, Pontes E, da F.R. Garcia L, Hebling J, de Souza C. (2014) Effective tooth-bleaching protocols capable of reducing H₂O₂ diffusion through enamel and dentine. Journal of Dentistry, 42:351-358

Sulieman M, Addy M, MacDonald E, Rees JS (2004). The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an *in vitro* study. *Journal of Dentistry*, 32:295–299.

Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS (2005). The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study *in vitro*. *Journal of Dentistry*, 33:33-40.

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

Suyama Y, Otsuki M, Ogisu S, Kishikawa R, Tagami J, Ikeda M, Kurata H, Cho T (2009). Effects of light sources and visible light-activated titanium dioxide photocatalyst on bleaching. *Dental Materials Journal*, 28:693-699

Swift E (2006). At-Home Bleaching: Pulpal Effects And Tooth Sensitivity Issues, Part I. *Journal Compilation*, 18:301-304

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

Talarico G, Morgante E. (2006) Psychology of dental esthetics: dental creation and the harmony of the whole. *Eur J Esthet Dent.*, 1:302-312

Tano E, Otsuki M, Kato J, Sadr A, Ikeda M, Tagami J. (2012) Effects of 405 nm Diode Laser on Titanium Oxide Bleaching Activation. *Photomed Laser Surg.*, 30:648-654

Tavares M, Stultz J, Newman M, Smith V, Kent R, Carpino E, Goodson M. (2003) Light Augments Tooth Whitening With Peroxide. *JADA*, 134:167-175

Tin-Oo M, Saddki N, Hassan N (2011). Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatments they desire to improve aesthetics. *BMC Oral Health*, 11:1-8

Torres C, Souza C, Borges A, Huhtala M, Caneppele T. (2013). Influence of Concentration and activation on Hydrogen Peroxide Diffusion through Dental Tissues *In Vitro*. *The Scientific World Journal*, 2013:1-5

Tortolini P. (2003). Sensibilidad dentaria. *Av Odontoestomatol.*, 19:233-237

Tredwin CJ, Naik S, Lewis NJ, Scully C (2006). Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *British Dental Journal*, 200:371–376.

Van der Geld P, Oosterveld P, Van Heck G, Kuijpers-Jagtman AM. (2007) Smile Attractiveness: Self-perception and Influence on Personality. *Angle Orthodontist*, 77:759-765

Williamson A, Hoggart B (2005). Pain: a review of three commonly used pain rating scales.. *Journal of Clinical Nursery.*, 14:798-804.

Yileng Tay L, Kose C, Loguercio A, Reis A. (2009). Assessing the effect of a desensitizing agent used before in-office tooth bleaching. *JADA*, 140:1245-1251

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

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

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



Justificación de la Investigación

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

Objetivo de la Investigación

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

Beneficios

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

Tipo de Intervención y Procedimiento

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

Riesgos

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



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

Criterios para selección de los participantes en el estudio

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

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

Confidencialidad y difusión de datos.

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

Aclaraciones

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



Carta de Consentimiento Informado

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

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

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

Nombre del participante: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Sección a llenar por el Investigador Principal

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

Nombre del Investigador Principal: _____

Firma: _____

Fecha: _____



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

Firma: _____

Fecha: _____



Anexo 2: Ficha Clínica

Antecedentes

Nombre: _____

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

Dirección: _____

Teléfono: _____

HISTORIA ODONTOLÓGICA

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

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

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

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

¿Tiene prótesis dental? SI () NO ()

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

FUMADORES

¿Hace cuánto tiempo fuma? _____

¿Cuántos cigarros fuma en promedio por día? _____

HISTORIA MÉDICA

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

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

MUJERES

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

¿Está amamantando? SI () NO ()

EXAMEN CLÍNICO

Color de los dientes anteriores _____

Percusión horizontal: _____

Percusión vertical: _____

Chorro de Aire: _____

Sondaje: _____

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

SENSIBILIDAD

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

10=dolor insoportable

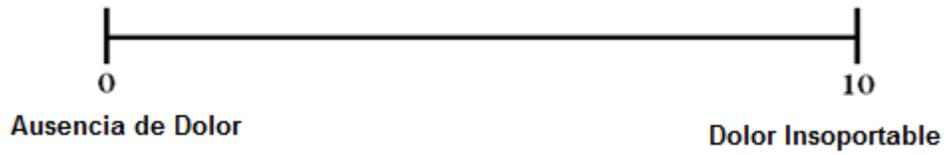
Diente	0	1	2	3	4

0	10

- 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 ()

Anexo 3: Diario de Sensibilidad

Fecha:



Fecha:



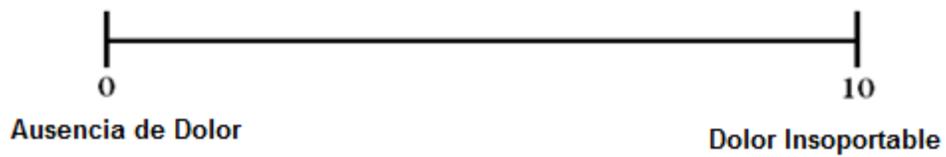
Fecha:



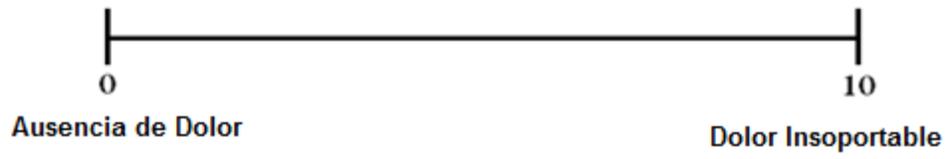
Fecha:



Fecha:



Fecha:



Fecha:



Fecha / Hora	0 = ninguna	1 = leve	2 = moderada	3 = considerable	4 = severa	diente /dientes
						
						
						
						
						
						

