



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
Escuela Profesional de Estomatología

TESIS

**EFFECTIVIDAD DE LA LUZ LED Y LÁSER LED EN DIENTES
SOMETIDOS A CLAREAMIENTO CON PERÓXIDO DE
HIDRÓGENO AL 35% TUMBES 2021**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA**

PRESENTADO POR:

Bach. CÉSAR ADRIÁN, FEIJOO HURTADO

ASESORA:

**Mg. MARIELA DEL ROSARIO, ESPEJO TIPACTI
(0000-0003-0349-2517)**

TUMBES, PERÚ

Junio 2022

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme realizar cada meta trazada y a mí familia por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos, los buenos y malos momentos que me han enseñado a crecer y valorar cada día más de mi vida.

A mis padres, por ayudarme a cumplir este sueño.

A mi asesora por sus enseñanzas y apoyo en el transcurso de la investigación.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente han contribuido a la realización de la investigación.

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción	x
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción de la realidad problemática	11
1.2 Formulación del problema	13
1.3 Objetivos de investigación	13
1.4 Justificación de la investigación	14
1.5 Limitaciones del estudio	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	16
2.2 Bases teóricas	18
2.3 Definición de términos básicos	29
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1 Formulación de hipótesis principal y derivadas	32
3.2 Variables, definición conceptual y operacional	32
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	
4.1 Diseño metodológico	34
4.2 Diseño muestral	34
4.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos	35
4.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	39

4.5 Criterios éticos	39
CAPÍTULO V: RESULTADOS	
5.1 Análisis descriptivo	41
5.2 Análisis inferencial	46
5.3 Contrastación de hipótesis	49
5.4 Discusión	50
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	54
FUENTES DE INFORMACIÓN	55
ANEXOS	56
Anexo 1. Ficha de recolección de dato	61
Anexo 2. Validez de criterio - prueba de confiabilidad	62
Anexo 3. Prueba de normalidad	63
Anexo 4. Fotografías	64
Anexo 5. Matriz de consistencia	66

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla N° 1: Efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021	45
Tabla N° 2: Efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021	46
Tabla N° 3: Efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021	46
Tabla N° 4: Efectividad de la luz LED LASER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021	47
Tabla N° 5: Efectividad de la luz LED LÁSER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pag.
Gráfico N° 1: Efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021	40
Gráfico N° 2: Efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021	41
Gráfico N° 3: Efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021	42
Gráfico N° 4: Efectividad de la luz LED LASER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021	43
Gráfico N° 5: Efectividad de la luz LED LÁSER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021	44

RESUMEN

Con el fin de acelerar y aumentar la efectividad del tratamiento blanqueador, los productos con altas concentraciones de peróxido de hidrógeno (PH) suelen asociarse con diferentes fuentes de luz, como luz halógena, leds, láseres y otras. Estas asociaciones se basan en la hipótesis de que la luz irradiada es absorbida por los productos blanqueadores y parcialmente convertida en calor, aumentando la liberación de especies reactivas de oxígeno y la efectividad de la técnica.

El objetivo del presente estudio fue determinar la efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021. El diseño fue experimental con pre prueba post prueba y grupo control y se realizó con una muestra de 27 piezas dentales; 9 para el grupo control, 9 para el grupo sometido a fuente de luz LED y 9 para el grupo sometido a fuente de luz LASER LED.

Los resultados indican que la efectividad de la luz LED y LASER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% fue incrementándose con el transcurrir del tiempo, sin embargo, las diferencias no fueron significativas a nivel estadístico ($p > 0,05$). En los grupos sometidos a fuentes de luz hubo una mayor velocidad del efecto blanqueador al compararlo con el grupo control ($p < 0,05$).

El estudio concluye que la efectividad de la luz LED y LASER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%, en función de las diferencias de tono basal (pieza dental sin clareamiento) y la pieza dental clareada, fue de 6,33 en el grupo control (sin fuente de luz), 6,78 en el grupo cuya fuente de luz utilizada fue LED y de 7,56 en los dientes en los que se utilizó LASERLED. La efectividad de clareamiento dental fue similar con ambas fuentes de luz y el uso de fuente de luz no mejora el clareamiento dental ($p > 0,05$).

Palabras clave. Clareamiento dental, luz LED, luz LASER LED.

ABSTRACT

In order to speed up and increase the effectiveness of the whitening treatment, products with high concentrations of hydrogen peroxide (PH) are usually associated with different light sources, such as halogen light, LEDs, lasers and others. These associations are based on the hypothesis that the irradiated light is absorbed by the bleaching products and partially converted into heat, increasing the release of reactive oxygen species and the effectiveness of the technique.

The objective of the present study was to determine the effectiveness of LED light and LED LASER on teeth subjected to whitening with 35% hydrogen peroxide Tumbes 2021. The design was experimental with pre-test, post-test and control group and was carried out with a sample of 27 teeth; 9 for the control group, 9 for the group subjected to a LED light source and 9 for the group subjected to a LASER LED light source.

The results indicate that the effectiveness of LED light and LED LASER in teeth subjected to bleaching with 35% hydrogen peroxide increased over time, however the differences were not statistically significant ($p>0.05$). . In the groups subjected to light sources, there was a greater speed of the whitening effect when compared to the control group ($p<0.05$).

The study concludes that the effectiveness of LED and LASER LED light on teeth subjected to whitening with 35% hydrogen peroxide, based on the differences in basal tone (dental without whitening) and the whitened tooth, was 6.33 in the control group (without light source), 6.78 in the group whose light source was LED and 7.56 in the teeth in which LASER LED was used. The effectiveness of tooth whitening was similar with both light sources and the use of a light source did not improve tooth whitening ($p>0.05$).

Keywords. Tooth whitening, LED light, LED LASER light.

INTRODUCCIÓN

Dada la mayor demanda de tratamientos estéticos como el clareamiento dental, la industria odontológica ha desarrollado nuevos aparatos que sirven como catalizadores de reacciones químicas, las fuentes de luz son cada vez más veloces y “eficaces” para la activación de materiales dentales y geles clareadores. Hoy existen una serie de alternativas que obligan a la investigación a fin de realizar la mejor elección de una fuente lumínica. Por ende, es crucial el conocimiento de las características, ventajas y desventajas de las nuevas tecnologías.

El propósito de la presente investigación fue determinar la efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% en una muestra de dientes de la ciudad de Tumbes.

El diseño fue experimental con pre prueba, post prueba y grupo control. Fueron 9 piezas dentales por grupo las que fueron sometidas a la acción del peróxido de Hidrógeno al 35%. En uno de los grupos se utilizó fuente de luz LED, en el otro grupo fuente de luz LASER LED, y en el último grupo sin fuente de luz.

El trabajo de investigación está comprendido en cinco capítulos: En el primer capítulo se realizó el planteamiento de problema, además de formular los objetivos y la justificación del mismo; el segundo capítulo se enfocó en el marco teórico referencial, donde se plasmaron las investigaciones anteriores y se definieron los términos básicos; en el tercer capítulo se formularon las hipótesis correspondientes y se conceptualizaron las variables empleadas en la investigación, también se logró operacionalizar las variables de investigación; en el cuarto capítulo se expuso la metodología y diseño realizado en el estudio, detallando el nivel y tipo de investigación, la población y la muestra de estudio, se explica cómo se realizaron las técnicas y distribución de los datos, el procesamiento de recolección de datos y las técnicas de procesamiento y análisis de los mismos; en el quinto capítulo de esta investigación se exponen y se analizan los resultados, con la estadística descriptiva e inferencial; asimismo se hace la discusión de los hallazgos. Finalmente, se formulan las conclusiones y recomendaciones válidas basadas en el método científico.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.

La búsqueda de la sonrisa perfecta ha estimulado avances considerables en la odontología estética. Una cantidad considerable de pacientes, preocupados por promover la apariencia de su sonrisa, buscan atención dental para realizar un clareamiento, este procedimiento es capaz de brindar importantes mejoras estéticas en un tiempo relativamente rápido y a bajo costo.

El clareamiento del elemento dental es posible debido a la permeabilidad de la estructura del diente a los agentes blanqueadores y el bajo peso molecular de los principios activos liberados por los geles blanqueadores. Las especies reactivas derivadas del oxígeno impregnan la estructura del diente y oxidan las moléculas cromóforas presentes en la dentina, el principal tejido responsable de la pigmentación dental. La oxidación de estas sustancias da como resultado moléculas cada vez más pequeñas, proporcionando tonos más claros a los dientes tratados.

Actualmente, existen en el mercado varios métodos, técnicas y blanqueadores, que se clasifican en dos grupos: clareamiento casero, que utiliza blanqueadores con menor concentración, y clareamiento profesional o en consultorio, que utiliza agentes en concentraciones más altas. Entre los productos clareadores más utilizados destacan los peróxidos de carbamida, el peróxido de hidrógeno, el perborato de sodio y la hidroxilita, en diversas concentraciones.

Con el fin de acelerar y aumentar la efectividad del tratamiento blanqueador, los productos con altas concentraciones de peróxido de hidrógeno (PH) suelen asociarse con diferentes fuentes de luz, como luz halógena, leds, láseres y otras. Estas asociaciones se basan en la hipótesis de que la luz irradiada es absorbida por los productos blanqueadores y parcialmente convertida en calor, aumentando la liberación de especies reactivas de oxígeno y la efectividad de la técnica. De esta forma, las fuentes de luz actuarían como catalizadores de la degradación del gel

blanqueador, facilitando su difusión a la estructura dental. Sin embargo, no existe consenso en la literatura sobre el uso de estas fuentes de luz externas.

El efecto adverso más común del tratamiento blanqueador es la sensibilidad dental. A pesar de ser un efecto biológico que normalmente no influye en la aceptación del tratamiento, en algunos casos el paciente puede retirarse del tratamiento. Este fenómeno depende directamente de la concentración del agente clareador y del tiempo de exposición. Actualmente, el control de este efecto se atenúa mediante el uso de Láser con irradiación infrarroja de baja potencia. Por lo tanto, se sugirió la fototerapia híbrida led/láser como tratamiento complementario para prevenir o minimizar la sensibilidad dental durante el uso de agentes blanqueadores y, según los informes de los pacientes, se ha demostrado que es un método eficaz, que reduce sustancialmente el dolor dental causado por el blanqueamiento.

Los láseres representan tecnología de punta, tienen una variedad de aplicaciones en odontología y presentan resultados prometedores. A pesar de los notables beneficios encontrados en algunos estudios, aún no son de uso común, particularmente en países subdesarrollados, debido a su alto costo, la sensibilidad de la técnica de uso, la falta de capacitación y actualización de los profesionales, siendo muy importante seguir investigando sobre el tema.

Dada la gran divergencia de opiniones entre los clínicos y la comunidad científica sobre los beneficios de utilizar estas fuentes de luz externas, el excesivo marketing realizado por los medios de comunicación, y el gran interés que despierta este tema en la profesión odontológica y en los pacientes; y con la finalidad de promover el conocimiento en la comunidad científica y sociedad en general en torno al presente tema.

Por tal motivo, el propósito del presente estudio fue comparar la efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.

1.2. Formulación del problema

Problema principal

¿Cuál es la efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021?

Problemas específicos

¿Cuál es la efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021?

¿Cuál es la efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021?

¿Cuál es la efectividad de la luz LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021?

¿Cuál es la efectividad de la luz LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021?

1.3. Objetivos de la investigación

Objetivo Principal

Determinar la efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.

Objetivos secundarios

Determinar la efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.

Determinar la efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021.

Determinar la efectividad de la luz LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.

Determinar la efectividad de la luz LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021.

1.4. Justificación de la investigación

La justificación en la investigación está dada porque al valorar el contexto problemático, los cirujanos dentistas pudieron conocer las prestaciones de cada uno de los equipos utilizados para el clareamiento dental, asimismo en base a lo hallado en la investigación poseen mayor criterio para escoger la fuente de luz que se adapte a las necesidades del paciente y del trabajo que se está realizando.

1.4.1. Importancia de la investigación

La siguiente investigación presenta una importancia teórica; puesto que la investigación está basada en teorías actualizadas y en antecedentes con bases teóricas fundamentadas, asimismo, las variables de estudio están desarrolladas en función de la operacionalización que dicta la casuística previa.

Presenta importancia metodológica; debido al nulo desarrollo de este tema en nuestro país, puesto que no existen investigaciones que hayan comparado la efectividad del clareamiento dental con fuentes LED y fuentes híbridas, por lo que es de especial relevancia la ejecución de la investigación, que a partir de la publicación marcará pauta como antecedente de estudios futuros.

Presenta importancia social; porque los beneficiados son los cirujanos dentistas y colectividad en general; en nuestro país, se promocionan diversos sistemas híbridos de fotoactivación en clareamiento dental, sin embargo, no existe evidencia científica que permita establecer si la luz LED/láser mejora la efectividad del clareamiento dental, esto se vuelve importante porque la degradación física de los pigmentos solo podría ocurrir en profundidades donde la luz puede penetrar no se tiene certeza si los nuevos sistemas contribuyen a dicha tarea. Con los datos obtenidos del estudio es posible verificar los beneficios y propiedades manifestadas por los fabricantes de estos sistemas y así decidir un protocolo clínico acorde a la evidencia científica.

Presenta importancia científica porque favorece la comprensión de la influencia del tipo de fuente de luz en la efectividad del clareamiento dental, asimismo permite

determinar si existe diferencia en el uso de una fuente LED y una fuente híbrida LED/láser.

Por último; la investigación es de importancia para los pacientes puesto que la elección correcta de la fuente de luz reduce la sensibilidad post clareamiento.

1.4.2. Viabilidad de la investigación

La investigación planteada es viable, puesto que existió información primaria de las variables a investigar en los diversos textos académicos a los que se puede acceder de manera física o virtual. Además, no se requiere de la participación de sujetos ajenos a la investigación, salvo el personal investigador y los asesores. El tiempo que requirió la ejecución de la investigación fue corto y el investigador dispuso del mismo; por otro lado, se contó con los medios para el financiamiento del estudio, por lo que no se requirió del auspicio de entidad alguna.

1.5. Limitaciones del estudio

Dentro de las limitaciones se puede mencionar que el uso del espectrofotómetro es más eficiente para proporcionar mediciones sistemáticas y precisas del color de los dientes, puesto que la coincidencia visual se ve afectada por factores como la iluminación y las variables fisiológicas humanas; sin embargo, también se debe considerar que el grueso de cirujanos dentistas no posee este equipamiento en su consulta diaria, siendo principalmente utilizado por los profesionales que se dedican a la cosmética dental, donde es obligatorio tener una evaluación precisa del color de los dientes para estimar el éxito del procedimiento. A fin de elaborar un trabajo con condiciones comunes a las del trabajo de los odontólogos generales, se dispuso trabajar con una escala visual como instrumento, cabe resaltar que, para evitar posibles sesgos de medición, previamente se realizó la calibración por un especialista en la materia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Rojas S. (2017) Ecuador; el objetivo del estudio fue determinar la efectividad de luz LED y láser en clareamiento dental externo con relación a su tiempo de aplicación. La investigación fue descriptiva transversal comparativa in vitro; se utilizó una muestra de 48 piezas dentales humanas; las cuales fueron divididas en dos grupos de estudio y un grupo de control de dieciséis (16) piezas dentales cada uno y se mantuvieron hidratadas en saliva artificial hasta el inicio de la fase experimental; el valor del color dental se determinó antes y después de cada aplicación del agente clareador (indicación del fabricante) mediante la Guía Vita® Clásica. En el grupo de estudio A se utilizó luz led, en el grupo de estudio B láser terapéutico y en el grupo de control no se utilizó fuentes de luz. En el grupo A los valores pasaron de 5,63 a 4,06; 3,94 y 4,06 a los 15, 30 y 45 minutos respectivamente. En el grupo B los valores pasaron de 8,81 a 4,44; 3,50 y 3,19 a los 15, 30 y 45 minutos respectivamente. Y por último en el grupo C, los valores pasaron de 5,06 a 4,06; 4,25 y 3,75 a los 15, 30 y 45 minutos respectivamente. Se pudo concluir que la aplicación de láser terapéutico sobre el peróxido de hidrogeno al 35% genera mejores resultados de clareamiento en un periodo de tiempo más corto en comparación con la luz led y sin fuentes de luz ⁽¹⁾.

Giudice et al. (2016) Italia; el objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de blanqueamiento dental realizados con LED o láser activados. El estudio fue descriptivo comparativo en 18 pacientes, afectados por discromía exógena. Ambos grupos fueron sometidos a 3 ciclos de blanqueo de 15 'cada uno. Las evaluaciones cromáticas se realizaron antes del blanqueamiento y después de una semana del mismo, utilizando una escala cromática y un espectrofotómetro. Los resultados medios muestran cómo en el grupo de lámparas LED de pre-blanqueo, el valor de $6,22 \pm 1,64$ se eleva a $10,33 \pm 2,64$ en la evaluación post-blanqueo; mientras que

el valor del grupo fotoactivado por láser va desde $6 \pm 2,17$ hasta $10,88 \pm 2,31$. La evaluación del espectrofotómetro confirma el puntaje de Vita Lumin, mostrando dentro del grupo de fotoactivadas de lámpara LED un valor medio de pre-blanqueamiento de $6 \pm 1,56$ que sube a $10,5 \pm 2,72$ y dentro del grupo de fotoactivados con láser una media de pre-blanqueamiento valor de $5,7 \pm 2,04$ que sube a $11 \pm 2,42$. Todos los pacientes tratados con activación láser se quejaron de un aumento de la sensibilidad dental. El estudio concluye que el uso de sistemas de activación por láser no mejoró significativamente la eficacia del blanqueamiento (2).

Mena-Serrano et al (2016) Brasil; el objetivo del estudio fue comparar la eficacia blanqueadora y la sensibilidad dental (TS) de dos concentraciones de peróxido de hidrógeno (HP) (20% y 35%) utilizadas para el blanqueamiento en el consultorio asociado o no con un diodo emisor de luz (LED) / activación de luz láser. Se seleccionaron 77 pacientes con un canino maxilar derecho más oscuro que A3 para este ensayo aleatorizado simple ciego. Los participantes se distribuyeron en cuatro grupos: blanqueamiento con 35% HP, 35% HP + LED / láser, 20% HP y 20% HP + LED / láser. Los dientes anteriores se blanquearon en dos sesiones, utilizando un gel HP al 35% o 20% con un intervalo de una semana. Cada sesión tuvo tres aplicaciones de 15 minutos. Para los grupos activados por luz, se empleó la energía LED / láser (Whitening Laser Light Plus, DMC) de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los participantes registraron TS con escalas analógicas verbales y visuales de cinco puntos. Los resultados indican que todos los grupos lograron el mismo nivel de blanqueamiento, excepto el grupo de HP al 20%, que mostró el menor grado de blanqueamiento en el análisis subjetivo. El uso de luz no aumentó el riesgo absoluto ni la intensidad de la sensibilidad. No se observaron diferencias significativas entre los grupos cuando se evaluaron los cambios de color con el espectrofotómetro. El estudio concluye que, el uso de activación de luz LED / láser pudo aumentar el grado de blanqueamiento del grupo de HP al 20%, pero esta asociación no fue útil para el gel de HP al 35%. El espectrofotómetro, sin embargo, no detectó diferencias significativas entre los grupos (3).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Achacahao K. y Tay L. (2019) Lima; El estudio fue una revisión bibliográfica que evaluó el papel de diversos métodos y técnicas para aliviar la sensibilidad post blanqueamiento. Respecto del láser / LED, el estudio manifiesta que la revisión bibliográfica alcanza un único estudio, en el cual la sensibilidad dental fue similar para el grupo que utilizó la fuente de luz híbrida como para el grupo que utilizó la fuente LED; por ende concluye que el láser/LED no previene o reduce la sensibilidad dental ⁽⁴⁾.

Villoslada F. (2019) Lima; El estudio planteó el objetivo de determinar la sensibilidad dentinaria frente a la aplicación de sustancias blanqueadoras y determinar los actores que influyen en dicha sensibilidad. El estudio es una revisión de literatura que concluye que es mejor el clareamiento en consultorio que el casero; además que la sensibilidad se presenta en el 45 a 75% de los pacientes y tiene una duración aproximada de 4 días. Asimismo, que la concentración y el tiempo de exposición de las piezas dentales al gel blanqueador influye en la sensibilidad. Por último, que se deben investigar productos y equipos (láser/LED) que influyan en la disminución de la sensibilidad post blanqueamiento ⁽⁵⁾.

2.2. Bases teóricas

El color de los dientes es uno de los principales factores que intervienen en la consecución de una sonrisa agradable, es el resultado de la suma de componentes intrínsecos y extrínsecos de los dientes. La pigmentación externa de las superficies dentales generalmente resulta del contacto frecuente con alimentos y bebidas colorantes después de la erupción de los dientes, una condición que conduce a la precipitación superficial de pigmentos, pudiendo ocurrir también debido a la acumulación de biopelícula dental, cálculos, cigarrillos, enjuagues bucales, que se eliminan fácilmente o no. Los factores intrínsecos se deben a necrosis pulpar, manchas producidas por fluorosis, cambios cromáticos causados por traumatismos dentales, así como cambios estructurales, que pueden afectar tanto a la dentición temporal como a la permanente. Estos cambios son un desafío para el cirujano dental ⁽⁶⁾.

La odontología estética ofrece en la actualidad dos técnicas principales de blanqueamiento de dientes vitales: la técnica de consultorio, que utiliza peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en altas concentraciones (15 a 38%), asociado o no a fuentes de luz; y la técnica supervisada, que utiliza peróxido de carbamida (10 a 22%) o peróxido de hidrógeno menos concentrado (2 a 10%) en bandejas individuales de acetato. En ambas técnicas, el componente químico activo básico de los agentes blanqueadores es H_2O_2 , una especie reactiva derivada del oxígeno. ⁽⁸⁾ Por su alta reactividad, actúa rompiendo los dobles enlaces de moléculas orgánicas, como los pigmentos presentes en la estructura dental. Con la ruptura de estos enlaces, las moléculas se vuelven más pequeñas, reduciendo su absorción de luz, promoviendo así el blanqueamiento dental ⁽⁷⁾.

Con el objetivo de acelerar el proceso de blanqueamiento en consultorio, los estudios indican el uso de fuentes de luz o calor, como dispositivos basados en luz halógena, arcos de plasma, luz emitida por diodos (LED), LED / láser; entre otros. La activación del gel con estas fuentes tiene por función aumentar la temperatura del peróxido de hidrógeno, acelerando su descomposición y, en consecuencia, la degradación en componentes reactivos de los radicales libres de oxígeno, con el objetivo de mejorar la efectividad de la técnica. Sin embargo, la potencialización del gel blanqueador al aumentar la temperatura puede causar lesiones en el tejido pulpar. Por ello es responsabilidad del profesional estar atento durante el procedimiento de blanqueamiento, ya que la alta concentración, el mayor tiempo de exposición y el pH de la solución blanqueadora pueden inducir efectos adversos como hipersensibilidad dentinaria, irritación gingival y ulceración en los tejidos blandos bucales ⁽⁸⁾.

Entre los efectos adversos mencionados, el más común en dientes vitales es la sensibilidad. Se describen episodios de dolor durante el período activo del tratamiento blanqueador. Esta situación puede ser el resultado de una mayor permeabilidad del esmalte, en consecuencia, un posible paso del peróxido a la pulpa. La sensibilidad resultante del blanqueamiento también puede ser una consecuencia de la dinámica de los fluidos dentinarios, ya que las moléculas de

oxígeno liberadas por el peróxido pueden difundirse a través del esmalte y la dentina y acumularse. Cuando una cantidad suficiente de solución blanqueadora ocupa el espacio intracoronario, la presión puede pasar a los nociceptores de la pulpa ⁽⁸⁾.

Se han citado varias teorías para explicar el mecanismo de transmisión del dolor a través de la dentina, pero la más aceptada es la “Teoría Hidrodinámica”, propuesta por Brännström ⁽⁹⁾, en la que la apertura de los túbulos dentinarios al medio oral permite, bajo ciertos estímulos, el desplazamiento del líquido dentinario dentro de los túbulos, estimulando indirectamente los extremos de los nervios pulpaes y provocando la sensación de dolor.

El color de los dientes está determinado por la combinación de fenómenos asociados a diferentes propiedades ópticas del esmalte, dentina, pulpa y por la interacción de estos tejidos. Su oscurecimiento es el resultado de complejas interacciones químicas y físicas entre sustancias que provocan manchas en los dientes. El cambio de color varía en la etiología, apariencia, ubicación, gravedad y afinidad de la estructura del diente, y puede deberse a factores extrínsecos, intrínsecos o una combinación de ambos ⁽⁶⁾.

Las pigmentaciones extrínsecas están asociadas a la incorporación de pigmentos en la placa bacteriana y/o película adquirida, localizada en la superficie del esmalte. Éstos forman una película de cobertura que puede ser adquirida por alimentos y bebidas que contienen colorantes, con el uso continuo de alquitrán y también por bacterias cromogénicas. Por tanto, estas alteraciones pueden eliminarse mediante métodos de limpieza profesionales convencionales. Las pigmentaciones intrínsecas, por otro lado, son el resultado de la incorporación de materiales cromogénicos por el esmalte y / o la dentina, y pueden ocurrir en dos fases distintas: pre-eruptiva (ingesta excesiva de fármacos, fluoruros y tetraciclinas, que van del grado 1 al 4). y post-eruptivas (oscurecimiento por lesiones de caries, dentina restauradora y / o tratamientos de endodoncia por pérdida de sangre y / o uso de materiales de obturación) ⁽⁷⁾.

Desde el comienzo de la historia, el ser humano comenzó a experimentar con diferentes químicos con el fin de obtener dientes cada vez más blancos. Sin embargo, el primer producto comercializado, el peróxido de carbamida al 10% para blanquear, se ha utilizado durante más de 100 años. En la actualidad existen varias modalidades de tratamiento que abarcan desde un blanqueamiento autoadministrado (casero), hasta un blanqueamiento profesional aplicado en el consultorio odontológico, utilizando los más variados productos y concentraciones como: 10% a 16% de peróxido de carbamida, que se colocan en una cubeta de acetato y el paciente los administra en su domicilio; la alta concentración del 35% al 40% (utilizada en el consultorio dental); peróxido de hidrógeno de baja concentración (utilizado por el paciente en casa); el peróxido de hidrógeno en altas concentraciones para uso en consultorio con una concentración de 30% a 35% y perborato de sodio que es el menos utilizado. Lo que realmente le importa al paciente es el efecto blanqueador y, si es posible, que sea inmediato. Para ello, se suelen utilizar concentraciones más elevadas del blanqueador, con la ayuda de diferentes tipos de luz ⁽¹⁰⁾.

2.2.1. Mecanismo de acción de los agentes clareadores

Los radicales libres son moléculas inestables que atacan a las moléculas orgánicas en el sustrato dental para lograr estabilidad. Estos radicales reaccionan con dobles enlaces pigmentados (moléculas orgánicas) y los descomponen en moléculas más pequeñas. Como resultado, se forman moléculas más simples que se difunden fuera del diente o reflejan menos luz, creando una acción blanqueadora exitosa ⁽¹¹⁾.

Los peróxidos son óxidos que contienen más oxígeno que un óxido normal. Algunas enzimas tienen la función de transformar el peróxido (saturado de oxígeno) en su óxido inicial, liberando así el exceso de oxígeno. Las fuentes de calor, luz, sustancias químicas, variaciones de pH y algunos iones metálicos también son capaces de descomponer el peróxido involucrado en una reacción de blanqueamiento dental ⁽¹²⁾.

El cambio de color de los dientes se produce como consecuencia de cualquier cambio en el tejido dental, ya sea por acción química, mecánica o biológica. Los pigmentos coloreados, contenidos en alimentos y bebidas, se adhieren a tejidos orgánicos contenidos en sitios interprismáticos y en grietas por enlaces químicos. Los agentes blanqueadores minimizan o eliminan el efecto de unir estos pigmentos con iones de calcio, formando nuevas moléculas que varían en tamaño y efecto óptico⁽¹³⁾.

En la formulación de geles utilizados para el blanqueamiento dental, utilizamos un ingrediente activo, con fuerte poder oxidante, capaz de difundirse a través del esmalte y la dentina, debido a la permeabilidad de estos sustratos y gracias a su bajo peso molecular. Los pigmentos responsables del oscurecimiento de los dientes suelen presentarse como cadenas moleculares largas y complejas ubicadas en la matriz orgánica de la estructura del diente. Debido a su bajo peso molecular, el agente blanqueador se difunde a través de los tejidos dentales formando radicales libres, que interactúan con estas moléculas pigmentadas y mediante una reacción de oxidación, volviéndose más pequeños y consecuentemente más ligeros. Estas moléculas menos complejas resultantes de la reacción de oxidación son eliminadas parcial o completamente por difusión⁽¹⁴⁾.

La luz y el calor aumentan la reactividad del peróxido de hidrógeno, provocando su descomposición, liberando radicales libres, con el propósito de aclarar, son acelerados por este aporte de energía electromagnética, a través de esta fuente de luz. Esta energía luminosa se convierte en calor, rompiendo así la molécula de peróxido que es H_2O_2 en H_2O , más el radical libre de oxígeno. El peróxido de hidrógeno es un agente que produce radicales libres, donde al liberar oxígeno, tiene una reducción en la cadena de carbono compleja del pigmento, haciendo las moléculas más pequeñas con hidroxilos libres (no absorben la luz azul), comenzando a reflejar la luz azul junto con la luz verde y roja, donde esta mezcla de reflexión de la luz da el efecto de blanqueamiento⁽⁸⁾.

El peróxido de carbamida, por otro lado, es un compuesto estable que, cuando entra en contacto con el agua, libera peróxido de hidrógeno que a su vez oxida el doble

enlace, haciendo que el cromógeno se convierta en un compuesto de color más claro. Y el perborato de sodio, considerado un agente oxidante muy débil, se utiliza junto con el peróxido de hidrógeno en el blanqueamiento de dientes no vitales. Es un agente oxidante libre, disponible en forma de polvo. Mientras está seco, permanece estable; sin embargo, en presencia de ácido, agua o aire caliente, sufre una descomposición química para producir metaborato de sodio, peróxido de hidrógeno y oxígeno libre ⁽¹⁵⁾.

La efectividad de los agentes blanqueadores y la terapia en general está relacionada con los siguientes factores: concentración del agente (aumentar la concentración no aumenta la efectividad), tiempo de exposición (aumentar el tiempo de exposición aumenta la efectividad), pH (cuanto más ácido es, mayor es el efecto blanqueador), tipo de fuente de energía utilizada para realizar la técnica y consistencia del agente ⁽¹⁶⁾.

2.2.2. Fuentes de luz utilizadas en clareamiento dental

El LED es más simple que el láser, con la desventaja de la relación del espectro de luz generado. Por otro lado, tiene la ventaja de que produce menos cantidad de calor, tiene un espectro en el rango de 470 nm y también un menor costo, en comparación con el láser. Se cree que la mayoría de las fuentes de luz descomponen el peróxido más rápido (al elevar la temperatura) para formar radicales libres que blanquean los dientes. Hay varias fuentes de luz disponibles: yodos emisores de luz (LED), láseres, sistemas híbridos, lámparas halógenas y lámparas de arco de plasma (PAC). Sin embargo, el punto de uso más importante es que cuando se activa por calor, luz o láser, la temperatura intrapulpal no debe aumentarse en más de 5.5 ° C, de lo contrario puede dañar el diente. Aunque muchos estudios informan sobre la efectividad del uso de luces en el blanqueamiento dental, existe una fuerte controversia en torno al éxito ⁽¹⁷⁾.

Un rayo láser descarga fotones en forma de foco, un rayo monocromático que interactúa con un tejido objetivo, como el material dental. Cuando un láser interactúa con los tejidos orales, hay cuatro posibles resultados: transmisión,

reflexión, refracción y / o absorción. El corte de tejidos blandos y la ablación de tejidos duros dependen de la absorción de luz por los tejidos diana. La transmisión ocurre cuando no hay interacción entre el tejido y el láser. Cuando se transmite, pero hay una diferencia en los índices de refracción del aire y el tejido, parte de la luz se refracta y la reflexión es un posible resultado de una interacción láser-tejido en la que el láser se dobla hacia atrás en lugar de ser absorbido. Los efectos absorbentes en Odontología Estética son importantes debido a la capacidad del láser incidente para fotovaporizar la dentina y el esmalte ⁽¹⁷⁾.

La luz LED se propuso para reemplazar las lámparas halógenas y debido a que tienen una vida útil más larga (alrededor de 10,000 horas), no necesitan filtro porque tienen pureza espectral y no contienen rayos infrarrojos que generan calor. Para acelerar el proceso redox, mejorar la comodidad y seguridad del paciente y reducir el tiempo del procedimiento, se indicaron fuentes de luz halógena, de arco de plasma, LED, LED / láser y láser ⁽¹⁸⁾.

Como opciones de blanqueadores, tenemos peróxidos de hidrógeno (HP) y carbamida (CP) en la oficina, que pueden activarse con calor o luz (con un catalizador químico) para catalizar el proceso de blanqueamiento dental. Esta catalización se produce mediante la aplicación de calor para liberar el oxígeno presente en el blanqueador, teniendo el calor un efecto catalizador sobre los productos de descomposición del blanqueador, potenciando su expansión y difusión a través de los túbulos dentinarios ⁽¹⁶⁾.

La luz láser se diferencia de la luz convencional en que requiere una interacción láser-objetivo. La interacción tiene lugar en primera instancia en el gel blanqueador. La segunda interacción debe inducirse en el diente, más concretamente en la dentina. Hay evidencia de que esta interacción existe con el gel blanqueador. Se describen interacciones fototérmicas, fotocatalíticas y fotoquímicas. La reactividad del gel aumenta al agregar fotocatalizador a los fotosensibilizadores ⁽⁷⁾.

Actualmente, los láseres se han utilizado ampliamente en una variedad de productos biomédicos y dentales. Los fundamentos de los láseres fueron

desarrollados por Albert Einstein en 1917, pero sus efectos sobre los dientes solo se estudiaron por primera vez durante la década de 1960. En odontología clínica los láseres se aplican para la preparación de cavidades; fotopolimerización de materiales resinosos; prevención de caries; tratamientos de endodoncia; cortes pulpares y pulpotomía; terapia periodontal; hipersensibilidad dentinaria; blanqueamiento dental y cirugía bucal. Su uso tiene como principales beneficios la comodidad del paciente y el alivio del dolor, sin embargo, los mejores resultados se obtienen para aplicaciones específicas. Las desventajas incluyen su alto costo, la necesidad de entrenamiento especializado y la sensibilidad de la técnica quirúrgica (19).

Las lámparas halógenas suelen operar a intensidades de 400 a 800 mW/cm², pero estas lámparas tienen una vida útil muy corta y también pueden calentar la superficie dental y causar daño pulpar al elemento dental, y es común que el paciente presente sensibilidad inmediata durante activación de la luz. Las fuentes de luz halógena fueron las precursoras de la técnica de blanqueo de oficina fotoactivada. Según la literatura, al tener una emisión de luz en el rango de 400 nm, esta sería fácilmente absorbida por el pigmento betacaroteno contenido en el gel blanqueador, potenciando la terapia blanqueadora. Sin embargo, la presencia del pigmento aumentó el grado de absorción de luz y también aumentó la temperatura intrapulpar. Se informó una sensibilidad dental de alta intensidad (MARSON et al, 2006) y un aumento de la temperatura pulpar cercano a los 5,5 ° C (16).

2.2.3 Beneficios clínicos del uso de fuentes de luz en el blanqueamiento dental

Existen varios estudios sobre las ventajas de la activación con láser de los agentes blanqueadores en relación con el aumento de temperatura. El láser, en el blanqueamiento dental, representa un procedimiento mucho más rápido en comparación con otros métodos convencionales, permitiendo un mayor control y menor variación de temperatura. Zanin y sus colaboradores, citan como ventajas de los mecanismos con láser y LED para el blanqueamiento dental el hecho de que generan un aumento mínimo de temperatura, ya que calientan el producto y no la estructura del diente (7).

No hay evidencia científica de que la activación de la luz produzca un blanqueamiento más eficaz con un efecto más duradero que el uso de solo peróxidos concentrados. En cuanto a la efectividad de la luz en el blanqueamiento dental, no existe consenso en la literatura, ya que existen estudios no concluyentes, hay otros que demuestran su efectividad y también hay estudios que demuestran exactamente lo contrario ⁽²⁰⁾.

En un trabajo de revisión por Arce et al, ⁽²¹⁾ evaluó los diferentes tipos de láser y concluyó que el láser KTP es una de las mejores opciones para la fotoactivación dental, ya que el efecto blanqueador se obtiene en un corto período de tiempo y se mantiene durante meses; además de considerarse seguro, eficaz y eficiente, cuando se combina con una alta concentración de peróxido de hidrógeno. Otra ventaja ya estudiada en el uso de la activación láser en el blanqueamiento es la posibilidad de realizar el tratamiento en una sola sesión; pero la desventaja es que el blanqueamiento dental modifica la estructura de los tejidos dentales mineralizados, especialmente el esmalte o más especialmente la unión amelocementaria. Estas modificaciones pueden ser transitorias o permanentes, según la técnica utilizada y la correcta indicación del procedimiento. Las soluciones blanqueadoras en general son ácidas y someten los dientes a un mayor o menor grado de desmineralización ⁽⁸⁾.

Rosario et. al compararon, “in vivo” el efecto del blanqueamiento dental activado por luz y el blanqueamiento dental no activado por luz cuando se utilizó peróxido de hidrógeno al 35% y 25%, concluyeron que el blanqueamiento dental no se aceleró cuando se utilizó el sistema LED/LASER y que no se observó variación en la sensibilidad de la dentina cuando se compararon las dos técnicas, con y sin la aplicación de fuentes de luz ⁽⁸⁾.

2.2.4 Efectos biológicos de las fuentes de luz sobre el blanqueamiento dental.

Xu, Li y Wang ⁽³⁶⁾ no detectaron cambios en la composición química superficial y morfológica del esmalte utilizando soluciones blanqueadoras neutras y alcalinas. Pero si hay un blanqueamiento excesivo, se pueden producir algunos efectos

secundarios, como fragilidad y aumento de la porosidad de la superficie. Los láseres emiten energía electromagnética pura, en una banda estrecha y selectiva que absorbe la luz del tinte, acelerando así la descomposición del peróxido, teniendo un mejor efecto en el blanqueamiento. Otra ventaja de la activación fotoquímica es que esta luz no calienta la estructura del diente, actuando solo sobre el producto ⁽⁸⁾.

Con los LED y el láser de argón, hay una interacción de la luz con el colorante en gel, lo que provoca un cambio en el pH, teniendo una disociación del peróxido H_2O_2 en H_2O , más el radical libre sin tener el efecto térmico. En esta excitación, los fotones emiten dos longitudes de onda, que es el ultravioleta (290 nm a 365 nm) o el espectro verde (512 nm a 540 nm) que produce una excitación electrónica de las moléculas de peróxido de hidrógeno H_2O_2 convirtiéndolas en agua y radicales libres ⁽⁸⁾.

En su experimento, De Freitas et al. ⁽²²⁾ dividieron a los voluntarios que se estaban sometiendo a blanqueamiento dental en dos grupos: primero el grupo de control (usa solo peróxido de hidrógeno al 35%) y el segundo grupo usó HP al 35% activado por una fuente de luz híbrida (LED / láser), con el objetivo de analizar si esta luz influye en la efectividad del blanqueamiento, variación de temperatura durante el blanqueamiento y sensibilidad. Estos investigadores concluyeron que esta luz híbrida (LED/láser) influye en la variación de temperatura y no se relaciona con la sensibilidad, además de no provocar un cambio en la eficacia.

La sensibilidad dental posterior al tratamiento es el efecto secundario principal y más común del blanqueamiento dental. Esta sensación suele atribuirse a una rápida difusión de peróxido de hidrógeno y/o radicales libres hacia la pulpa, provocando su irritación. Por tanto, la sensibilidad dentaria puede variar con los diferentes factores que inciden en este pasaje, como presencia de fisuras dentarias, exposición de dentina, y/o dimensiones de la cámara pulpar. Sin embargo, la sensibilidad dental es un efecto secundario temporal que desaparece a los cuatro días de tratamiento en la mayoría de los pacientes, pero en algunos casos puede persistir hasta 10 días. Por ende, este procedimiento tiene un cierto grado de agresión biológica sobre las estructuras dentales. La sensibilidad se debe tanto a

la oxidación directa de los tejidos pulpaes en contacto con el peróxido de hidrógeno, como al resultado de una intensa respuesta inflamatoria de la pulpa. Optar por geles con baja concentración de blanqueador puede ser una opción, pero lo que se ve en los estudios es que no logran la misma eficacia blanqueadora ⁽²²⁾.

Los resultados de sensibilidad en el estudio de Mondelli et al ⁽²³⁾ indicaron que el uso de activación de luz híbrida, que permite un tiempo de blanqueo 50% menor, promovió una menor sensibilidad para los pacientes inmediatamente después del procedimiento de blanqueamiento. El menor tiempo de aplicación del gel en los grupos con luz halógena, asociado con la terapia con láser durante y justo después del procedimiento de blanqueamiento, puede haber contribuido a la menor sensibilidad posoperatoria observada.

Como se sabe, la sensibilidad es una de las consecuencias que están muy presentes en el blanqueamiento. Para minimizar este efecto, se han propuesto varios métodos, incluida la terapia con láser, que es un analgésico auxiliar inmediato por repolarización de membrana del nervio alterado. Los dispositivos híbridos con LED y láser de baja intensidad se utilizan para mejorar la eficacia del blanqueamiento y ayudar a controlar la sensibilidad dental ⁽¹⁸⁾. Este hecho también se confirma en los experimentos de Bortolatto ⁽²⁴⁾ y también señala que la técnica tradicional, sin el uso de una fuente de luz, expone a los pacientes a riesgos y molestias innecesarias.

Bhals et al, ⁽¹⁸⁾ realizaron un estudio para determinar la efectividad del láser-LED y su control en sensibilidad. Observaron que el LED / láser no fue capaz de prevenir o reducir la sensibilidad dental, ya que esta variable fue similar para ambos grupos (LED y LED / láser) y aunque no hubo diferencias significativas en el cambio de color al comparar las dos técnicas. Llegaron a la conclusión de que, aunque ambos métodos eran eficaces, el uso de fuentes híbridas como método catalizador no era más eficaz que las fuentes de LED utilizadas solas.

Bortolatto realizó dos encuestas utilizando básicamente los mismos criterios de inclusión y exclusión. Se observó en sus resultados que al comparar solo el uso de 35% HP con 35% HP + LED / Laser con tiempo de contacto reducido con el agente,

se observó que la luz combinada con el agente reduce la sensibilidad y aumenta la eficiencia ⁽²⁴⁾.

2.2.5. Efectos adversos de las fuentes de luz sobre el blanqueamiento dental.

La luz en el blanqueamiento dental tiene como ventajas: tiempo reducido y resultados inmediatos. Sin embargo, las lámparas halógenas tienen el inconveniente de calentar los elementos que se están iluminando, lo que puede provocar daños en la pulpa. Las desventajas de la técnica que utiliza peróxido de hidrógeno catalizado por calor o luz son: el uso de materiales muy cáusticos y la dificultad para predecir o controlar los resultados. Además, el uso de peróxido de hidrógeno al 35% con calor aumenta la posibilidad de reabsorción interna en pacientes con antecedentes de trauma ⁽⁸⁾.

Varios estudios muestran dudas sobre el uso de la luz como ventaja en el proceso de blanqueamiento dental, debido a algunas lesiones que puede sufrir la pulpa por el calor generado, lo que puede llevar a la necrosis pulpar del elemento dentario. Con equipos que tienen una alta irradiancia (potencia emitida en relación con el área del punto) se adopta un protocolo que aumenta la distancia de la salida del haz desde la fuente de luz al diente, con el fin de reducirla. Los equipos que emiten alta irradiancia, cuando se colocan cerca del diente, pueden generar más calor, lo que aumenta la sensibilidad y los efectos indeseables ⁽⁷⁾.

2.3. Definición de términos básicos

Absorción: moléculas específicas en el tejido conocidas como cromóforos absorben fotones. La energía de la luz se convierte luego en otras formas de energía para realizar la tarea ¹⁵.

Medio activo: el componente del láser que realmente produce luz láser cuando se estimula. Los láseres dentales utilizan cristales, gases o semiconductores como medio activo ¹⁸.

Equipo de transferencia de haz: espejos, fibras ópticas o equipo de guía de ondas huecas que transportan el haz láser desde la máquina hasta la pieza de mano ¹¹.

Cromóforo: el componente del tejido que absorbe la energía láser y la convierte en energía térmica ¹⁷.

Coherencia: la tendencia de las ondas de luz láser a viajar con sus picos y valles al unísono ¹⁹.

Modo de onda continua: una forma de emisión de láser cuando el láser está encendido continuamente ²¹.

Divergencia: tendencia del rayo láser a dispersarse hacia afuera cuando sale de la pieza de mano. La divergencia varía según el láser específico y el equipo utilizado ²⁴.

Densidad de energía: cantidad de energía láser en un área de tejido expuesto ²⁵.

Er, Cr: YSGG: Cristal dopado de granate-galio-escandio-itrio y erbio-cromo ¹⁷.

Er: YAG: Cristal granada-aluminio-itrio dopado con erbio ¹⁷.

Modo pulsado de funcionamiento libre: una forma de emisión láser en la que la luz láser se emite en pulsos discretos con características temporales específicas y mensurables ²⁶.

Modo de onda bloqueada: una forma de emisión láser en la que el rayo es bloqueado parte del tiempo por un dispositivo obturador que crea una emisión láser pulsada ²⁶.

Láser: amplificación de la luz láser por emisión estimulada de radiación ^{25, 26}.

Monocromático: en la ciencia del láser, esto se refiere específicamente al hecho de que los láseres producen una única longitud de onda de luz ²⁷.

Nd: YAG: Cristal granate de itrio-aluminio dopado con neodimio ^{1, 17}.

Fotobiomodulación: proceso mediante el cual se utiliza la energía láser para estimular resultados clínicos positivos, como el alivio del dolor y una mejor cicatrización ²⁶.

Emisión estimulada: proceso mediante el cual el medio activo es estimulado por una fuente externa de luz o electricidad para producir luz láser ²⁶.

Relajación térmica: capacidad del tejido para absorber y disipar el calor producido por los láseres dentales pulsados ²⁶.

Transmisión: cuando la energía láser puede atravesar tejidos superficiales para interactuar con áreas más profundas ²⁸.

Duración del pulso: la cantidad de tiempo que el pulso del láser está encendido, medida en microsegundos ²⁵.

Reflexión: cuando el rayo láser se refleja en la superficie sin penetración ni interacción ²⁵.

Resonador: cámara espejada que rodea el medio activo y que ayuda a amplificar la luz láser producida ^{25, 26}.

Dispersión: tendencia de la luz láser a rebotar en varias direcciones después de entrar en el tejido ^{25, 26}.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Formulación de hipótesis

La fuente de LUZ LED posee similar efectividad que la fuente de LUZ LASER / LED en dientes sometidos a clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.

3.2 Variables, definición conceptual y operacional

3.2.1 Variable dependiente.

Efectividad del clareamiento: modificación del color producido por una sustancia natural o artificial, que elimina los pigmentos al reaccionar con los cromógenos presentes en los tejidos duros, responsables éstos últimos en gran medida de reflejar las longitudes de onda causante de la tinción dental y de fragmentarlos en moléculas más pequeñas, atenuando este efecto, lo que se traduce en un cambio en el color ⁷.

3.2.2 Variable independiente.

Fuente de luz: Instrumento que emite luz en distintas longitudes de onda y potencia que permite el proceso de polimerización de materiales restauradores o como agentes aceleradores para el blanqueamiento dental ¹⁰.

3.2.3 Covariable

Tiempo: Período determinado en el cual se realiza una acción u ocurre un acontecimiento ⁶.

3.2.4 Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Valor
Efectividad del clareamiento	<p>Rojizo – marrón (A)</p> <p>Rojizo amarillento (B)</p> <p>Grisáceo (C)</p> <p>Rojizo gris (D)</p>	<p>01 (110) = 1 1A (120) = 2 2A (130) = 3 1C (140) = 4</p> <p>2B (210) = 5 1D (220) = 6 1E (230) = 7 2C (240) = 8</p> <p>3A (310) = 9 5B (320) = 10 2E (330) = 11 3E (340) = 12</p> <p>4A (410) = 13 6B (420) = 14 4B (430) = 15 6C (440) = 16 6D (510) = 17 4C (520) = 18 3C (530) = 19 4D (540) = 20</p>	De razón	Δ Tono: Tono final – Tono inicial
Fuente de luz	Única	PRESENCIA AUSENCIA	Nominal	LED LED/LÁSER CONTROL
Tiempo	Única	T ₀ = antes de clareamiento T ₁ = Post blanqueamiento 15' T ₂ = Post blanqueamiento 30' T ₃ = Post blanqueamiento 45'	Ordinal	Basal 15 minutos 30 minutos 45 minutos

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Diseño metodológico

Este trabajo de investigación es de tipo básico y pre-experimental, porque busca incrementar el conocimiento científico, pero no lo compara con aspectos prácticos y manipula la variable independiente para ver efectos en la variable dependiente.

El diseño es, descriptivo, prospectivo y transversal; porque involucra el comportamiento de dos variables, los datos fueron recopilados cuando ocurrió el evento y todo fue realizado en un período específico de tiempo.

El nivel es comparativo, porque consiste en recolectar en dos o más muestras con el propósito de observar el comportamiento de una variable, tratando de controlar estadísticamente otras variables que se considera pueden afectar la variable estudiada (variable dependiente).

4.2. Diseño muestral

4.2.1 Población

Está constituida por 27 piezas dentales siguiendo criterios de inclusión y exclusión.

4.2.2 Criterios de selección

Criterios de inclusión:

Premolares humanos, en aparente buen estado y con no más de 10 días de haber sido extraídos para evitar la deshidratación de la dentina y así los resultados se aproximasen a las condiciones reales de la cavidad bucal.

Criterios de exclusión:

Piezas dentales con caries, manchas blancas o pardas.

Piezas dentales con malformaciones de forma y estructura.

Piezas dentales con restauraciones.

Piezas dentales con fractura de esmalte o que con ayuda de una lupa se observen con presencia de fisuras. Incisivos, caninos y molares humanos.

4.2.3 Muestra

La muestra fue obtenida al aplicar la fórmula para la determinación del número mínimo de observaciones, de repeticiones o de datos que deben efectuarse para experimentos de un solo factor donde no es posible estimar la varianza de datos.

$$n = \frac{W - W^2 \cdot Z_{\beta} + 1,4 \cdot Z_{\alpha}^2}{W^2}$$

Donde:

n = Número mínimo de muestras, observaciones o réplicas que deben efectuarse en el estudio.

Z_{α} = Valor correspondiente al nivel de confianza asignado (Riesgo de cometer un error tipo I)

Z_{β} = Valor correspondiente al poder estadístico o potencia asignada a la prueba (Riesgo de cometer un error tipo II)

W = Rendimiento mínimo esperado, eficiencia mínima esperada o diferencia mínima observable.

Así, $Z_{\alpha} = 1,96$; $Z_{\beta} = 0,842$; $W = 80\%$ (0,80)

$$n = \frac{0,8 - (0,8)^2 \cdot 0,842 + 1,4 (1,96)^2}{(0,8)^2} = 8,81$$

Calculando y reemplazando los valores en la fórmula se obtuvo un tamaño muestral de 9 unidades muestrales para cada grupo de estudio, por ende, la muestra se distribuyó de la siguiente manera: Grupo control: 9 piezas dentales. Grupo LED: 9 piezas dentales. Grupo Híbrido LED LÁSER: 9 piezas dentales.

4.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

4.3.1 Técnica de recolección de datos

La técnica utilizada fue la Observación experimental.

PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Permisos solicitados:

Para la recolección de las piezas dentales se realizaron coordinaciones con los cirujanos dentistas responsables de los establecimientos de salud públicos y privados a fin de explicar los objetivos de la investigación y solicitar su permiso y apoyo a fin de recabar las piezas dentales que fueron las unidades muestrales del estudio.

Obtención de los especímenes:

Se brindó a cada odontólogo que accedió a colaborar en la recolección de las piezas dentales, un recipiente de vidrio conteniendo solución salina estéril, las piezas dentales no tendrán más de 10 días de haber sido extraídas.

Calibración del investigador:

Se realizó mediante prueba piloto con 5 especímenes para cada grupo, investigador y experto procedieron a clasificar el color de las piezas dentales teniendo como base la guía de color Chromascop® Ivoclar, los resultados fueron sometidos a la prueba de correlación intraclase, obteniendo un valor de 0,989, por ende, se certificó la idoneidad del investigador en la toma de color dental (Anexo 2).

División de los grupos:

Las piezas dentales que cumplieron los criterios de inclusión y que no presentaron algún criterio de exclusión fueron limpiadas para eliminar tejido blando, así como el tártaro, la profilaxis se llevó a cabo en las superficies bucales con la ayuda de cepillos Robson (KG Sorensen) acoplados a un micromotor de contra-ángulo (kavo), asociado a una pasta de piedra pómez / agua, para eliminar posibles restos remanentes en la superficie del esmalte.

Para el estudio se utilizó peróxido de hidrógeno al 35% de la marca comercial Whiteness HP Maxx. Las muestras se dividieron en 3 grupos, según el tipo de activación del gel blanqueador utilizado, y un grupo control. a) Grupo 1: LED / láser (Advanced Green laser) 6000 mW/cm² de potencia con láser infrarojo de 120mW/cm²; b) Grupo 2: LED (Woodpecker LED F) (1.600 a 1.800 mW/cm²); c)

Grupo de control: sin aplicación de fuente de luz; se considera estándar para el gel seleccionado.

Obtención y preparación de muestras:

La obtención y preparación de los especímenes se realizó en 4 pasos, a saber: primero: se lavaron con agua corriente, se removió todos los restos orgánicos con curetas periodontales, luego se descontaminó con Clorhexidina al 2%. Segundo: los dientes fueron fijados por las raíces en silicona de condensación (Z plusZhermack) dispuestos en un arco, en dos grupos de 9 elementos y un grupo adicional de control. Tercero: se realizó una nueva profilaxis con la ayuda de cepillos Robson (KG Sorensen) acoplados al micromotor (kavo), asociado a una pasta de piedra pómez / agua, para eliminar posibles restos remanentes en la superficie del esmalte: Cuarto: se verificó el color de los elementos dentales uno a uno por el método comparativo con la escala de colores Chromascop® Ivoclar.

Blanqueamiento de los especímenes:

Todos los grupos se sometieron a blanqueo con peróxido de hidrógeno al 35%, usando la placa mezcladora, se mezcló 03 gotas de la fase peróxido con 01 gota de la fase espesante, este volumen fue suficiente para la aplicación en un diente. Los grupos se compusieron de 9 especímenes cada uno, siendo solo blanqueados según las recomendaciones del protocolo del fabricante, tres ciclos con quince minutos de aplicación de luz con intervalos de dos a tres minutos sin luz, para el cambio de gel, y en el grupo control, se aplicó el gel, dejándolo actuar durante los mismos quince minutos, cambiándose 3 veces, siempre con intervalos de dos a tres minutos ⁽²⁶⁾, los cuales fueron medidos mediante cronómetro digital después del inicio de su aplicación. Usando un microbrush se frotó el gel contra la superficie del diente, en tres o cuatro oportunidades, a fin de evitar la formación de burbujas y permitir el contacto íntimo del gel con el diente ³⁰. Finalizado este procedimiento se procedió a la toma de color post blanqueamiento.

Evaluación del color:

Para la medición del color dental a los 15, 30 y 45 minutos, se utilizó la misma guía de color, registrando el color de las piezas dentales, de cada uno de los grupos, los datos fueron anotados en la ficha de recolección (Anexo 1).

4.3.2 Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

a. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento utilizado fue una Ficha de recolección de datos.

PROCEDIMIENTO:

A continuación, se detalla las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos:

Se utilizó una ficha de recolección de datos que consta de 4 columnas para cada grupo de estudio, la primera de ellas contiene el valor del color inicial, la segunda columna el color a los 15 minutos, la tercera y cuarta columna registran el color a los 30 y a los 45 minutos (Anexo 1).

Para evaluar y cualificar la variación de color antes y después del procedimiento de clareamiento dental, se utilizó el colorímetro con base en la guía de tonos Chromascop® Ivoclar, previamente fue calibrado por un especialista en estética dental. Los 20 tonos fueron organizados, asignándoles un puntaje correspondiente a cada uno de ellos; siendo el 01 de menor valor y 4D el de mayor valor, de tal forma que 01 = 1, 1A = 2, 2A = 3, 1C = 4, 2B = 5, 1D = 6, 1E = 7, 2C = 8, 3A = 9, 5B = 10, 2E = 11, 3E = 12, 4A = 13, 6B = 14, 4B = 15, 6C = 16, 6D = 17, 4C = 18, 3C = 19 y 4D = 20.

b. Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

Se realizó la calibración por el investigador mediante el coeficiente de correlación interclase (CCI). Se escogieron 5 piezas en cada uno de los tres grupos, un cirujano dentista especialista en rehabilitación oral procedió a determinar en ellos el color dental teniendo como guía el colorímetro Chromascop® Ivoclar. Por su lado, el investigador registró los valores propios siguiendo la misma metodología. El valor de CCI fue 0,989 lo que aseguró una muy buena concordancia (confiabilidad) por parte del investigador (Anexo 2).

4.4. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

Para el análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva y la estadística inferencial. Se usó la estadística descriptiva para obtener las medidas de tendencia central. Por otro lado, la estadística inferencial; a través de las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas (Prueba Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk) (Anexo 3) permitieron determinar que los datos no se ajustaban a la distribución normal; por ende, se decidió trabajar con pruebas de comparación de medias no paramétricas, Kruskal Wallis para k muestras independientes y U de Mann Whitney para establecer diferencias entre 2 muestras independientes. Con estos valores de significancia se pudieron obtener conclusiones o generalizaciones que sobrepasan los límites de los conocimientos aportados por el conjunto de datos.

4.5. Aspectos éticos

Debido a que el estudio involucra órganos dentarios humanos, el presente proyecto de investigación, cumplió con los criterios de ética en investigación con seres humanos, los cuáles se mencionan a continuación ³¹:

Autonomía: Desde el punto de vista del respeto por las personas, esto tiene que ver con que ninguna persona puede ser sometida sin su libre consentimiento a experimentación médica, y está directamente relacionado con el principio de la autonomía ³². La muestra biológica del presente estudio fue obtenida mediante donación de consultorios públicos y privados, los cuales tienen obligación de contar con historia clínica con consentimientos informados, tal cual regula la ley general de salud.

Confidencialidad: Se guardó reserva y absoluta confidencialidad de las personas a las cuales se les extrajo las piezas dentales, siendo el motivo médico del profesional o diagnóstico que ameritó la extracción, ajeno al investigador.

Riesgos potenciales del estudio: Al ser un estudio In-vitro, no representó ningún riesgo potencial para el paciente. La generación de desechos biológicos sujetos al estudio, se realizó de forma responsable, las muestras se utilizaron única y

exclusivamente en el presente estudio de investigación, y de acuerdo a los protocolos establecidos por el MINSA.

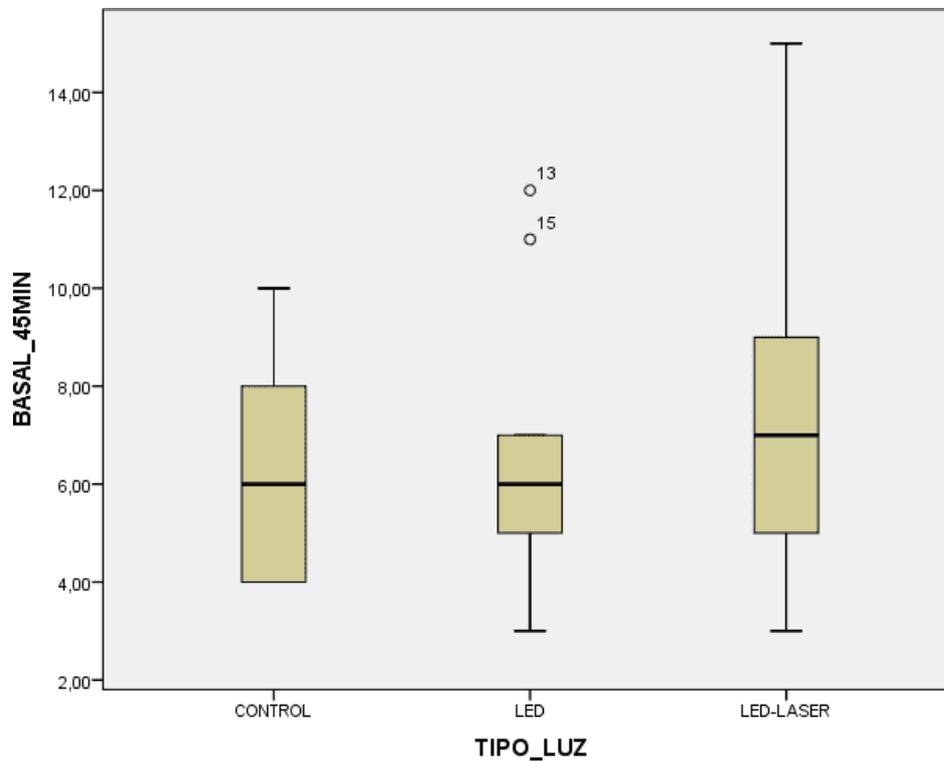
Beneficios potenciales del estudio: El estudio sirvió para una mejor toma de decisiones por parte del profesional estomatólogo.

Declaración del conflicto de intereses: Al ejecutar este proyecto de investigación no se generó ningún beneficio personal ni económico.

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1 Análisis descriptivo, tablas de frecuencia y gráficos

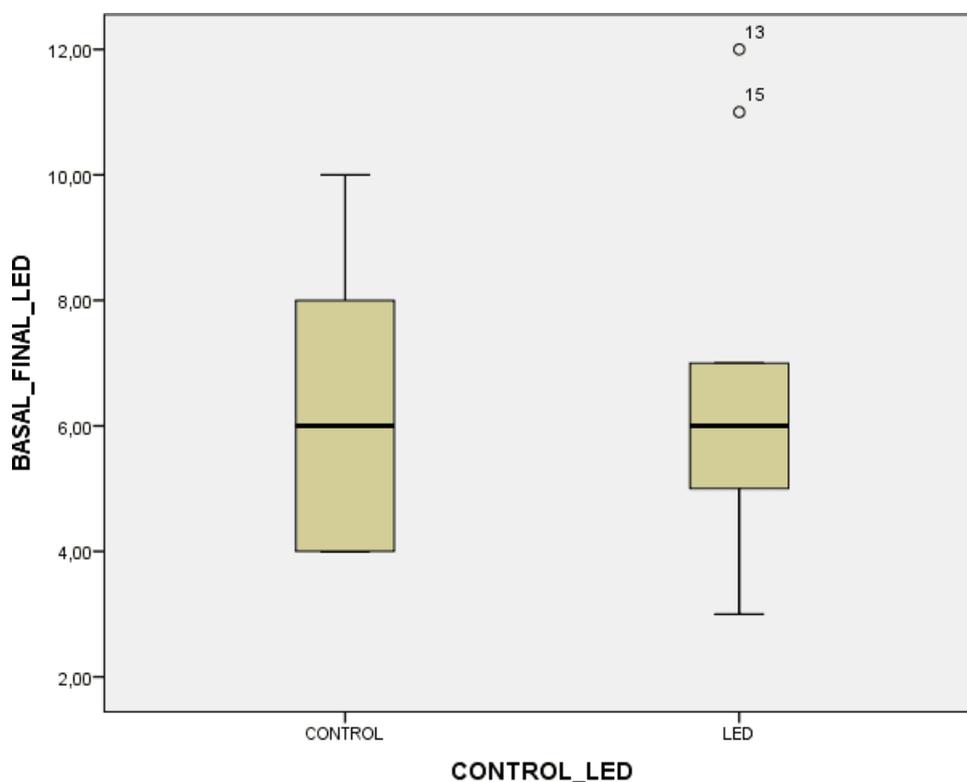
Gráfico 1. Efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.



Fuente. Matriz de datos

En el gráfico 1 se observa que las medias de efectividad de la luz led y la luz led-laser se encuentran entre los 6 y 8 tonos, las diferencias entre los tres grupos no son marcadas, puesto que no sobrepasan los límites de las cajas.

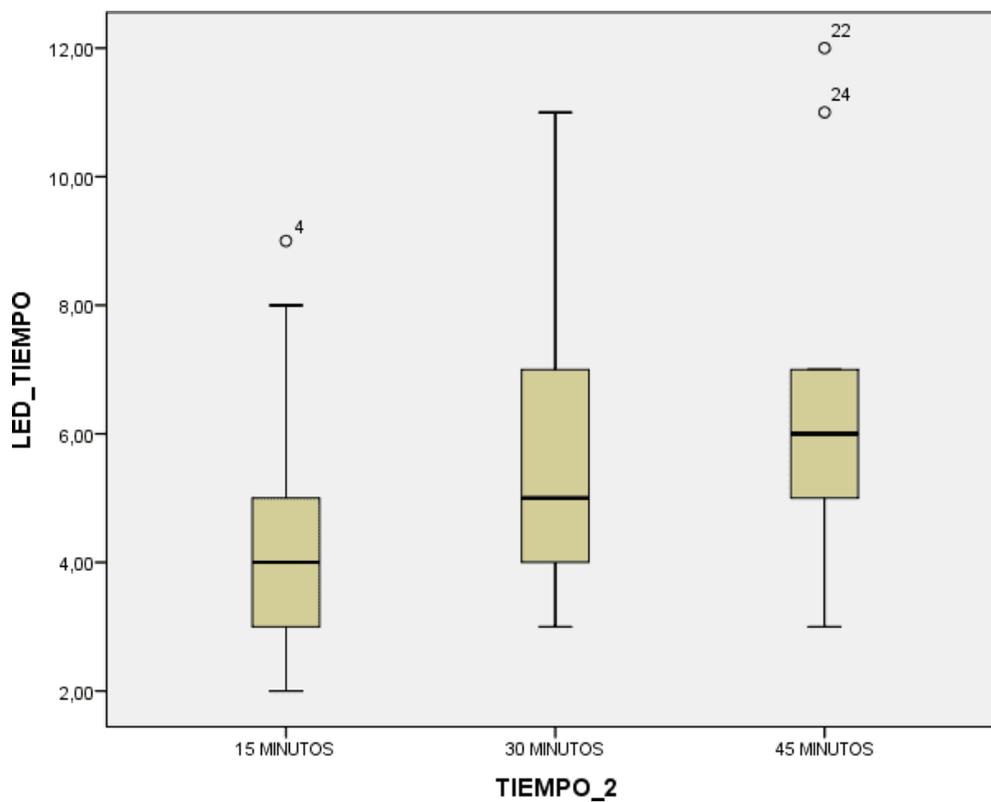
Gráfico 2. Efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.



Fuente. Matriz de datos

En el gráfico 2 se observa que tanto la luz LED como el control superan los 6 tonos pero no alcanzan los 7 tonos, las diferencias entre los dos grupos no son marcadas, puesto que no sobrepasan los límites de las cajas.

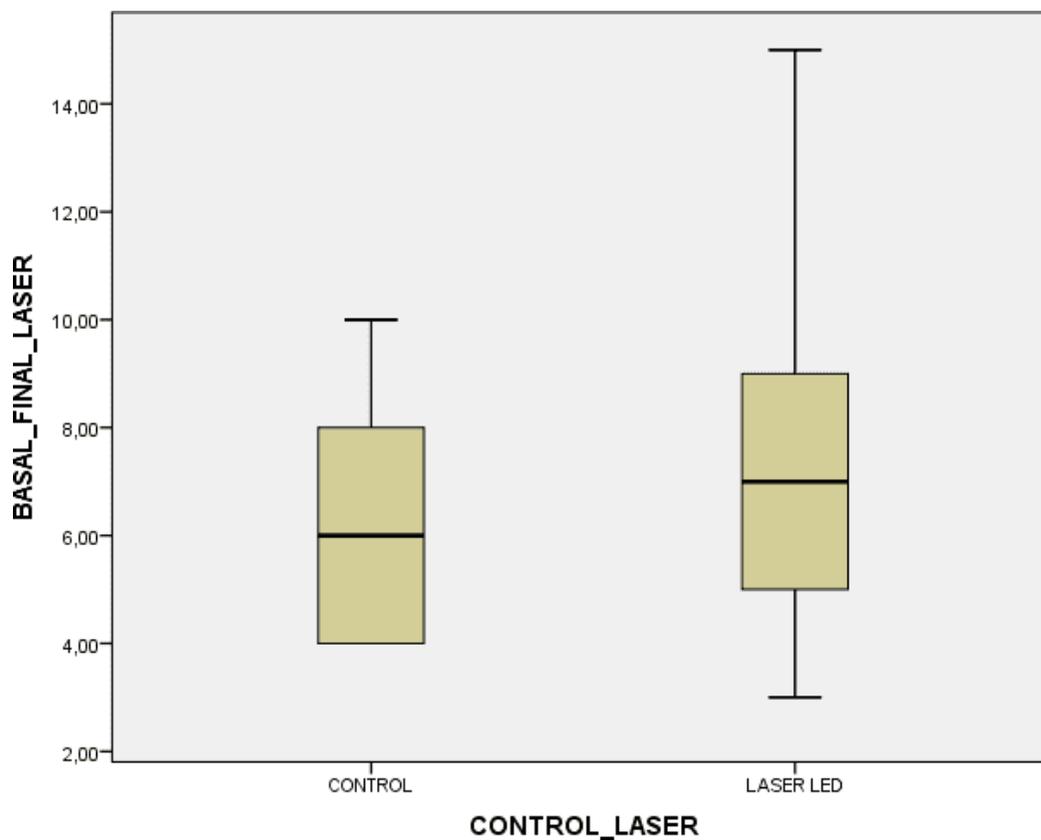
Gráfico 3. Efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021.



Fuente. Matriz de datos

En el gráfico 3 se aprecia el comparativo de la efectividad del clareamiento en función del tiempo, claramente se observa diferencias de medias que sobrepasan las cajas entre los 15 y 45 minutos; sin embargo, dichas diferencias no son vistas entre los 15 y los 30 minutos o entre los 30 y 45 minutos.

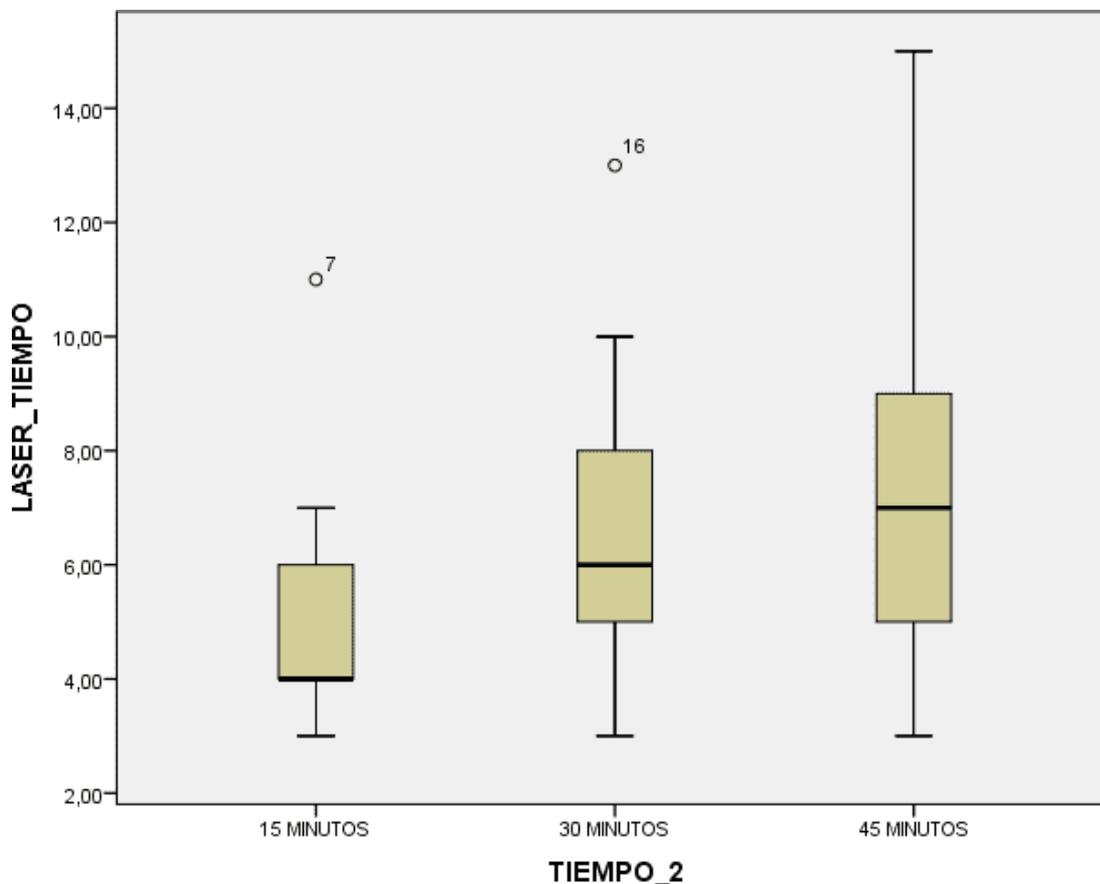
Gráfico 4. Efectividad de la luz LED LASER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.



Fuente. Matriz de datos

En el gráfico 4 se observa que la luz LED-LASER supera los 7 tonos, sin embargo, en el caso del control no alcanza esa magnitud, sin embargo las diferencias entre los dos grupos no son marcadas, puesto que no sobrepasan los límites de las cajas.

Gráfico 5. Efectividad de la luz LED LÁSER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021.



Fuente. Matriz de datos

En el gráfico 5 se aprecia el comparativo de la efectividad del clareamiento, con peróxido de hidrógeno al 35% y con fuente de luz LED LASER, en función del tiempo, claramente se observa diferencias de medias entre las cajas de los 15 y 45 minutos; sin embargo, dichas diferencias no son vistas entre los 15 y los 30 minutos o entre los 30 y 45 minutos.

5.2 Análisis inferencial: pruebas estadísticas paramétricas, no paramétricas, de correlación, de regresión u otras.

Previo al análisis inferencial se requiere determinar si los datos a procesar provienen de una distribución normal, para lo cual se realizó la prueba Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk en las variables numéricas del estudio (efectividad de la fuente de luz) (Anexo 3). De los resultados, podemos inferir que los datos no se ajustan a la distribución normal ($p < 0.05$), por lo que utilizamos pruebas no paramétricas para la comparación de estas variables de acuerdo a las covariables, la prueba U de Mann Whitney para 2 muestras independientes y Kruskal-Wallis para k muestras independientes.

Tabla 1. Efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.

FUENTE	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Sig. Kruskal Wallis
CONTROL	9	4,00	10,00	6,3333	2,23607	
LED	9	3,00	12,00	6,7778	2,99073	0,825
LED-LASER	9	3,00	15,00	7,5556	3,74537	

Fuente. Matriz de datos

En la tabla 1 se puede apreciar la efectividad de las fuentes de luz en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno, en función de las diferencias de tono basal (pieza dental sin proceso de clareamiento) y la pieza dental clareada luego de las tres sesiones, fue de 6,33 en el grupo control (sin fuente de luz), 6.78 en el grupo cuya fuente de luz utilizada fue LED y de 7,56 en los dientes en los que se utilizó LASER LED. El mínimo de efectividad fue de tres tonos y el máximo de efectividad fue logrado por la lámpara LED LASER con 15 tonos de efectividad. No se encontró diferencia significativa en la efectividad de las fuentes de luz mencionadas ($p > 0,05$).

Tabla 2. Efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.

FUENTE	BASAL	FINAL	Diferencia	Sig. U de Mann Whitney
CONTROL	7,7778	1,4444	6,3333	0,788
LED	8,0000	1,2222	6,7778	

Fuente. Matriz de datos

En la tabla 2 se aprecia la efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%. Las piezas dentales sometidas al gel blanqueador sin presencia de fuente de luz iniciaron con un color basal de 7,78 y culminaron con un color de 1,44. Por otro lado, las piezas dentales que fueron clareadas con una fuente de luz LED iniciaron con un basal de 8,00 y culminaron con un color de 1,22. La diferencia del grupo control y el grupo LED no fueron significativas a nivel estadístico ($p > 0,05$).

Tabla 3. Efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021.

TIEMPO	CONTROL		Sig. Kruskal Wallis	LED		Sig. Kruskal Wallis
	PROMEDIO	DIFERENCIA		PROMEDIO	DIFERENCIA	
15 MIN	4	3,78	0,022	3,44	4,56	0,172
30 MIN	2,22	5,56		1,89	6,11	
45 MIN	1,44	6,33		1,22	6,78	
× BASAL	7,78			8		

Fuente. Matriz de datos

En la tabla 3 se aprecia la evolución del clareamiento con fuente de luz LED, a través del tiempo. Las piezas dentales parten con un tono basal de 8, con la primera sesión de blanqueamiento de 15 minutos, el tono alcanzado es de 3,44, es decir

que hubo una diferencia de 4,56 tonos. A los 30 minutos se alcanzó un matiz de 1,89, siendo esta vez la diferencia con el basal de 6,11. Finalmente, a los 45 minutos, el tono alcanzado fue de 1,22, haciendo una diferencia de 6,78 con el tono inicial. Pese a que es evidente que a mayor tiempo es mayor el clareado dental, y que en la primera sesión de 15 minutos es donde mayor es el clareado, las diferencias fueron no significativas ($p>0,05$).

Tabla 4. Efectividad de la luz LED LASER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.

FUENTE	BASAL	FINAL	Diferencia	Sig. U de Mann Whitney
CONTROL	7,7778	1,4444	6,3333	0,562
LED LASER	8,6667	1,1111	7,5556	

Fuente. Matriz de datos

En la tabla 4 se aprecia la efectividad de la luz LED LÁSER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%. Las piezas dentales sometidas al gel blanqueador sin presencia de fuente de luz iniciaron con un color basal de 7,78 y culminaron con un color de 1,44. Por otro lado, las piezas dentales que fueron clareadas con una fuente de luz LED LÁSER iniciaron con un basal de 8,67 y culminaron con un color de 1,11. La diferencia del grupo control y el grupo LED no fueron significativas a nivel estadístico ($p>0,05$).

Tabla 5. Efectividad de la luz LED LÁSER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021.

TIEMPO	CONTROL		Sig. Kruskal Wallis	LED		Sig. Kruskal Wallis
	PROMEDIO	DIFERENCIA		PROMEDIO	DIFERENCIA	
15 MIN	4	3,78	0,022	3,44	5,22	0,255
30 MIN	2,22	5,56		1,89	6,78	
45 MIN	1,44	6,33		1,11	7,56	
\bar{x} BASAL	7,78			8,67		

Fuente. Matriz de datos

En la tabla 5 se aprecia la evolución del clareamiento con fuente de luz LED LÁSER, a través del tiempo. Las piezas dentales parten con un tono basal de 8,67, con la primera sesión de blanqueamiento de 15 minutos, el tono alcanzado es de 3,44, es decir que hubo una diferencia de 5,22 tonos. A los 30 minutos se alcanzó un matiz de 1,89, siendo esta vez la diferencia con el basal de 6,78. Finalmente, a los 45 minutos, el tono alcanzado fue de 1,11, haciendo una diferencia de 7,56 con el tono inicial. Pese a que es evidente que a mayor tiempo es mayor el clareado dental, y que en la primera sesión de 15 minutos es donde mayor es el clareado, las diferencias fueron no significativas ($p > 0,05$).

5.3 Contrastación de hipótesis

El presente trabajo contempla la hipótesis La fuente de LUZ LED posee similar efectividad que la fuente de LUZ LASER / LED en dientes sometidos a clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021. Puesto que las variables mencionadas no se ajustan a la distribución normal, para realizar la prueba de hipótesis utilizamos pruebas no paramétricas, en este caso la prueba Kruskal Wallis para k muestras independientes.

Prueba de hipótesis (ritual de significancia estadística) para diferencias de las variaciones de tono entre las fuentes de luz y el control.

Estadístico de prueba: Kruskal Wallis

Prueba de hipótesis:

H₀: Las variaciones de tonos SON SIMILARES entre las dos fuentes de luz y el control.

H₁: Las variaciones de tonos NO SON SIMILARES entre las dos fuentes de luz y el control.

Nivel de significancia: 5%

Análisis: p-valor = 0,825 → 0,825 > 0,05

Decisión: La significancia asintótica bilateral es mayor al 5%, por ende se acepta la hipótesis nula.

Conclusión estadística: Las variaciones de tonos SON SIMILARES entre las dos fuentes de luz y el control.

5.4 DISCUSIÓN

En los tratamientos estéticos no solo es importante la excelencia, sino que también hay que buscar el mantenimiento de la salud de los tejidos orales; por ello es crucial entender aspectos relevantes relacionados con la técnica de blanqueamiento de dientes vitales realizados en el consultorio y activados por luz, que permitan su correcta indicación y faciliten la realización del procedimiento. Por ello el objetivo del presente estudio fue determinar la efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% en la ciudad de Tumbes, en el año 2021. Luego de realizar el estudio, la hipótesis nula de investigación fue verificada dado que el grado de cambio de color en los diferentes tiempos evaluados fue similar para todos los grupos.

Zanin y Brugnera ⁽²⁷⁾ revelan que a comparación de las lámparas de luz halógena convencional, las fuentes de luz LED y láser emiten en una banda estrecha, energía electromagnética de pureza espectral altamente selectiva que mejora la absorción de la luz por el tinte, acelerando la descomposición del peróxido, esto mejora el efecto blanqueador. La ventaja de la activación fotoquímica es que la luz actúa sobre el producto y no calienta la estructura dental, evitando de esta manera una de las principales complicaciones del clareamiento dental que es la sensibilidad post tratamiento. Lo antes mencionado es congruente con los resultados encontrados en el presente estudio, puesto que si bien es cierto no se evaluó la sensibilidad, se pudo observar en los grupos sometidos a fuente de luz una mayor velocidad en el efecto blanqueador, a los 15 minutos el grupo sometido a luz LED tuvo una disminución de 4,56 tonos, en el caso de la fuente de luz LASER LED fue de 5,22 tonos; sin embargo en el grupo control solo se disminuyó 3,78 tonos ($p < 0,05$); esto evidencia que la velocidad de clareamiento dental es mayor con el uso de fuentes de luz (Tabla 3 y 5). Esta aceleración podría explicarse por la deshidratación dental, cuando se aplica luz y calor a la superficie del diente.

Lo anterior también queda evidenciado en el color alcanzado tras la primera sesión de clareamiento; en los grupos sometidos a luz LED y LASER LED, el 33,3% y el 22,2% de las muestras respectivamente, ya habían alcanzado el color A1 (120) a

los 15 minutos, sin embargo, en el grupo control, solo el 11,1% lo había hecho. Por otro lado, a los 30 minutos, el 100% de las muestras sometidas a luz LED se encontraban entre A1 (120) y 01 (110); en el grupo sometido a LED LASER el 88,9% habían alcanzado esos tonos; y en el grupo control, solo el 44,1 lo había logrado. Esto corrobora que las fuentes de luz aceleran el clareamiento dental (anexo 1). Rojas ⁽¹⁾ en su estudio concluye que el láser terapéutico genera mejores resultados de clareamiento en un periodo de tiempo más corto en comparación con la luz led y sin fuentes de luz. En el presente estudio, a diferencia de Rojas, se usó una fuente híbrida y no un láser terapéutico, si bien es cierto la fuente de luz aceleró el proceso en comparación al control, al realizar el parangón con la luz LED no hubo diferencias significativas.

Al evaluar la efectividad de las fuentes de luz para el clareamiento dental se pudo observar que al final de los procedimientos en el grupo sometido a luz LASER LED hubo mayor diferencia con el color inicial ($\Delta 7,6$) en comparación con el grupo sometido a luz LED ($\Delta 6,8$) y al grupo control ($\Delta 6,3$); sin embargo, las diferencias no fueron significativas estadísticamente. En la misma línea de ideas expone sus resultados Mena – Serrano ⁽³⁾ quien manifiesta que la luz LED LASER mejora el clareamiento dental cuando se utiliza peróxido de carbamida al 22%, sin embargo cuando el gel es peróxido de hidrógeno al 35% no se observan mejoras en el resultado final. Otro estudio con similares resultados es el de Giudice et al ⁽²⁾ quien manifiesta que el uso de sistemas de activación por láser no mejoró significativamente la eficacia del blanqueamiento. Por ende, el uso de peróxido de hidrógeno solo, sin luz, es eficaz para mejorar los cambios de color de los dientes. Estos resultados podrían estar justificados porque el peróxido de hidrógeno de alta concentración (25%-35%) ya contiene cantidades suficientes de radicales para producir clareamiento únicamente por degradación química, sin el uso de la luz ⁽⁴⁾.

Resultados similares a lo encontrado en el presente estudio son los de Barudi y Hassan ⁽²⁸⁾, que evaluaron estudios de 2003 a 2013 sobre la efectividad de las luces en el blanqueamiento dental en consultorio y concluyeron que no muestran mejores resultados, por lo tanto, no son efectivos durante el clareamiento dental. Maran et al ⁽²⁹⁾ también realizaron una revisión sistemática y metanálisis con el fin de

responder a esta pregunta y, tras analizar ensayos clínicos aleatorizados, concluyeron que la activación de la luz no mejora el clareamiento dental. En otro estudio, Maran et al ⁽³⁰⁾, tras un estudio sistemático y metanálisis con el objetivo de evaluar diferentes sistemas de fotoactivación (LED, LED/láser, láser y unidad halógena) no encontraron ninguna superioridad en cualquier protocolo de activación de luz. Estos hallazgos confirman nuestros resultados que afirman que la activación química por sí sola es suficiente para clarear la estructura dental, proporcionando dientes más blancos al paciente sin necesidad de utilizar una fuente de calor.

La falta de consenso sobre la eficacia de las luces se puede atribuir a varios factores, entre ellos: diferentes metodologías, técnicas, recursos, criterios de análisis y unidades de luz utilizadas en las obras, por lo que deben interpretarse con prudencia y cautela. La efectividad de las luces durante el proceso de blanqueamiento encontrada en algunos estudios ⁽³¹⁻³³⁾ está relacionada con factores como la deshidratación de la estructura dentaria, derivada del aumento de temperatura, aunque sea mínimo, de los equipos emisores de luz combinado con el hecho de que se encuentran fuera del ambiente salival. Se sabe que el aumento de la refracción de la luz, reduce la translucidez del esmalte, dando al diente una apariencia más clara ⁽³⁴⁾.

El color inicial que presentan los dientes también es de suma importancia, ya que cuanto más amarillos u oscurecidos estén estos dientes, mayor será el potencial blanqueador ⁽²⁸⁾. En ese sentido, el criterio de evaluación del color elegido también es relevante. La referencia utilizada por la mayoría de los estudios es la comparación de color a través de escalas comerciales, cuyo análisis es visual y subjetivo. Asimismo, también se debe tener en cuenta la edad, ya que debido al mayor depósito de dentina esclerosada y a los niveles de permeabilidad del esmalte, la respuesta al blanqueamiento en pacientes mayores puede ser menor que en pacientes más jóvenes ⁽³³⁾.

Como limitaciones de la investigación, se puede mencionar que la medición correcta del color de los dientes naturales es obligatoria para mejorar la

reproducción del color. De acuerdo a Guan et al ⁽³⁵⁾, la evaluación del color natural de los dientes puede realizarse mediante análisis de color visual o instrumental. La coincidencia visual se ve afectada por muchos factores, como la iluminación y las variabilidades fisiológicas humanas, mientras que el espectrofotómetro es más eficiente para proporcionar mediciones sistemáticas y precisas del color de los dientes. Estos dos enfoques tienen una buena correlación, aunque el análisis espectrofotométrico subestima la blancura valor de índice de CIE, y las mediciones que siguen a los colorímetros están sujetas a variaciones relacionadas con la sensibilidad del operador. En el presente estudio, los datos obtenidos con la escala de colores se obtuvieron convirtiendo los códigos alfanuméricos de colores en números para hacer posible una validación estadística y la subjetividad se controló a través de la calibración por experto.

CONCLUSIONES

La efectividad de la luz LED y LASER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%, en función de las diferencias de tono basal (pieza dental sin clareamiento) y la pieza dental clareada, fue de 6,33 en el grupo control (sin fuente de luz), 6,78 en el grupo cuya fuente de luz utilizada fue LED y de 7,56 en los dientes en los que se utilizó LASER LED. La efectividad de clareamiento dental fue similar con ambas fuentes de luz y el uso de fuente de luz no mejora el clareamiento dental ($p>0,05$).

La efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% fue de 6,78. La efectividad del grupo con fuente de luz LED fue similar a la del grupo control ($p>0,05$).

La efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% fue incrementándose con el transcurrir del tiempo, sin embargo, las diferencias no fueron significativas a nivel estadístico ($p>0,05$). En el grupo sometido a fuente de luz LED hubo una mayor velocidad del efecto blanqueador al compararlo con el grupo control ($p<0,05$).

La efectividad de la luz LED LASER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% fue de 7,56. La efectividad del grupo con fuente de luz LED LASER fue similar a la del grupo control ($p>0,05$).

La efectividad de la luz LED LASER en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% fue incrementándose con el transcurrir del tiempo, sin embargo, las diferencias no fueron significativas a nivel estadístico ($p>0,05$). En el grupo sometido a fuente de luz LED LASER hubo una mayor velocidad del efecto blanqueador al compararlo con el grupo control ($p<0,05$).

RECOMENDACIONES

Al cabo de los 45 minutos el clareamiento con fuentes de luz es similar al resultado obtenido sin fuentes de luz, por lo que se recomienda a los cirujanos dentistas que realizan clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35%, prescindir de este equipamiento, más aún cuando su uso supone el aumento del riesgo de sensibilidad dental por elevación de la temperatura.

A los estudiantes e investigadores, se recomienda realizar estudios in vivo para determinar si el uso de fuentes de luz aumenta la sensibilidad dental post clareamiento.

A los estudiantes e investigadores, se recomienda la réplica de la presente investigación haciendo uso de instrumentos más eficientes que eliminen todo tipo de subjetividad, tal como el espectrofotómetro o colorímetros digitales.

A la Universidad Alas peruanas se recomienda la publicación de la presente investigación en el repositorio institucional.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Rojas S. Estudio in vitro de la efectividad de la luz led y láser en piezas dentales sometidas a clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35%. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2017.
2. Giudice R, Pantaleo G, Lizio A, Romeo U, Castiello G, Spagnuolo S, et al. Clinical and spectrophotometric evaluation of LED and Laser Activated teeth bleaching. Open Dent J [Internet]. 2016 21 julio 2021; 10:[242-50 pp.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4911750/>.
3. Mena-Serrano A, García E, Martínez IL, Grande R, Loguercio A, Reis A. A Single-Blind Randomized Trial About the Effect of Hydrogen Peroxide Concentration on Light-Activated Bleaching. Oper Dent [Internet]. 2016 21 julio 2021. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27352147/>.
4. Achachao K, Tay L. Terapias para disminuir la sensibilidad por blanqueamiento dental. Rev Estomatol Herediana [Internet]. 2019 1 agosto 2021; 29(4). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20453/reh.v29i4.3639>
5. Pérez L. Sensibilidad dentinaria después del blanqueamiento dental. Lima: Universidad de San Martín de Porres; 2019.
6. Moradas M, Álvarez B. Manchas dentales extrínsecas y sus posibles relaciones con los materiales blanqueantes. Av Odontoestomatol [Internet]. 2018 22 julio 2021; 34(2). Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852018000200002.
7. Zanin F, Moreira P, Correa A, Monteiro T, Monteiro T, Oliveira A. Clareamento de dentes vitais con a utilizacao da luz. Rev Assoc Paul Cir Dent. 2010;64(5):338-45.
8. Duarte L. Influência da irradiacao da luz sobre os clareamentos dentais: Revisao de Literatura. Joao Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2017.
9. Brannstrom M, Aston A. The hydrodynamics of the dentin: its possible relationship to dentinal pain. Int Dent J. 1972;22(2):219-27.
10. Hayward R, Osman Y, Grobler S. A Clinical Study of the Effectiveness of a Light Emitting Diode System on Tooth Bleaching. Open Dent J [Internet]. 2012 25

julio 2021; 6:[143-7 pp.]. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3466022/>.

11. Tano E, Otsuki M, Kato J, Sadr A, Ikeda M, Tagami J. Effects of 405 nm diode laser on titanium oxide bleaching activation. *Photomed Laser Surg* [Internet]. 2012 31 julio 2021; 30(11). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23003121/>.

12. Correia A, Coelho V, Cincurá L, Silva M, Nery I, Oliveira I, et al. Reacoes adversas do clareamento de dentes vitais. *Odontol Clín - Cient* [Internet]. 2015 26 julio 2021; 14. Disponible en:
http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-38882015000400006.

13. Moreno E, Silva A, Ferreira J, Macedo L, Mont B, Dias A. Uso da luz no clareamento dental em consultório: há controvérsias? / light use in clinical dental whitening: are there controversies? *Capa* [Internet]. 2015 1 setiembre 2021; 16(3). Disponible en:
<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/revistahuufma/article/view/4520>.

14. Júnior G. Sensibilidade dental associada ao tratamento clareador em dentes vitais. Porto Alegre: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul; 2016.

15. Mayer-Santos E, Anhesini BH, Kenji C, Correa A, Paula C, Moreira P. The potential of low-power laser for reducing dental sensitivity after in-office bleaching: a case report. *Gen Dent* [Internet]. 2017 1 agosto 2021. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28682288/>.

16. Pontillo A. Branqueamento em dentes vitais e nao vitais: uma revisao da literatura. Porto: Universidade Fernando Pessoa; 2017.

17. Parker S. Verifiable CPD paper: introduction, history of lasers and laser light production. *Br Dent J* [Internet]. 2007 02 agosto 2021; 202(1). Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17220848/>.

18. Bahls P, Santos F, Gomes J, Mongruel O. Evaluation of the efficacy of LED-laser treatment and control of tooth sensitivity during in-office bleaching procedures. *Photomed Laser Surg* [Internet]. 2014 03 agosto 2021; 32(7):[422-6 pp.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24992277/>.

19. Najeeb S, Khurshid Z, Sohail M, Ajlal S. Applications of Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Lasers) for Restorative Dentistry. *Med Princ Pract*

[Internet]. 2016 05 setiembre 2021; 25(3):[201-11 pp.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26642047/>.

20. Silva M. Avaliação da eficácia de diferentes concentrações de peróxido de carbamida e hidrogénio no branqueamento interno: estudo in vitro: Instituto Superior de ciencias da saude Egas Moniz; 2016.

21. Arce C, Araya C, DeMoor R. Potassium-titanyl-phosphate (KTP) Laser and Dental Bleaching. Literature review. J Oral Res. 2013;2(3):153-7.

22. Freitas J, Trevisan T, Ismael P, Fernández E, Nordi L, Dourado A, et al. A novel approach for in-office tooth bleaching with 6% H₂O₂/TiO₂ and LED/laser system-a controlled, triple-blinded, randomized clinical trial. Lasers Med Sci [Internet]. 2016 26 agosto 2021; 31(3):[437-44 pp.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26796706/>.

23. Mondelli R, Rizzante F, Rosa E, Borges A, Furuse A, Bombonatti J. Effectiveness of LED/laser irradiation on In-Office Dental Bleaching after three years. Operative Dentistry. 2018;43(1):31-7.

24. Bartolatto J, Pretell H, Floros M, Luizzi A, Dantas A, Fernandez E, et al. Low Concentration H₂O₂/TiO₂ in Office Bleaching. J Dent Res [Internet]. 2014 29 julio 2021; 93:[66S-71S pp.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4293723/>.

25. Hernández R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la Investigación. 5 ed. México: Mc Graw Hill / Interamericana editores; 2010.

26. Ragain J. A review of color science in dentistry: shade matching in the contemporary dental practice. J Dent Oral Disord Ther. 2016;4(2):1-5.

27. Zanin F, Brugnera J. Clareaento dental com luz-láser. 3 ed: Editora Santos; 2004.

28. Baroudi K, Hassan N. The effect of light-activation sources on tooth bleaching Niger J Med. 2014;55(5):363.

29. Maran B, Burey A, Matos T, Loguercio A, Reis A. In-office dental bleaching with lighth vs. without lighth: A systematic review and meta-analysis. J Dent Oral Disord Ther. 2018;70:1-13.

30. Maran B, Burey A, Matos T, Loguercio A, Reis A. Different lighth-activation systems associated with dental bleaching: a systematic review and a network meta-analysis. Clin Oral Investig. 2019;23(4):1499-512.

31. Domínguez A, García J, Costela A, Gómez C. Influence of the light source and bleaching gel on the efficacy of the tooth whitening process. *Photomed Laser Surg.* 2011;29.
32. Hahn P, Schondelmaier N, Wolkewitz M, Altenburger M, Polydorou O. Efficacy of tooth bleaching with and without activation and its effect on the pulp temperature: an in vitro study. *Odontology.* 2012;101(67-74).
33. Vieira A, Leitao A, Patricio C, Cerqueira F. Consequencias do claeamento em dentes vitais e na saúde geral do paciente. *Rev Campos do Saber.* 2018;4:33- 47.
34. Stevenson B. Current methods of shade matching in dentistry: a reiew of the supporting literature. *Dent Update.* 2009;36(5):270-6.
35. Guan Y, Lath D, Lilley T, Willmot D, Marlow I, Brook A. The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. *J Oral Rehabil.* 2005;32(1):7-15.
36. Xu B, Li Q, Wang Y. Effects of pH values of hydrogen peroxide bleaching agents on enamel surface properties. *Operative dentistry.* 2011;36(5):554-562.

ANEXOS

ANEXO 1

Ficha de recolección de datos

N°	CONTROL				N°	LED				N°	LED / LÁSER			
	BASAL	15'	30'	45'		BASAL	15'	30'	45'		BASAL	15'	30'	45'
1	10	5	3	2	10	8	3	2	1	19	12	5	2	1
2	5	3	1	1	11	7	3	2	1	20	4	1	1	1
3	12	6	3	2	12	4	2	1	1	21	7	3	2	1
4	8	4	3	2	13	13	4	2	1	22	6	2	1	1
5	5	3	1	1	14	9	6	2	2	23	9	3	2	1
6	8	4	3	2	15	13	5	2	2	24	10	5	2	1
7	7	3	2	1	16	7	4	2	1	25	17	6	4	2
8	10	6	3	1	17	5	2	2	1	26	5	2	1	1
9	5	2	1	1	18	6	2	2	1	27	8	4	2	1

ANEXO 2
VALIDEZ DE CRITERIO – PRUEBA DE CONFIABILIDAD

	INVESTIGADOR	EXPERTO
1	5,00	4,00
2	6,00	6,00
3	4,00	4,00
4	2,00	3,00
5	8,00	8,00
6	9,00	9,00
7	14,00	15,00
8	13,00	13,00
9	5,00	5,00
10	6,00	6,00
11	7,00	7,00
12	8,00	7,00
13	3,00	3,00
14	4,00	4,00
15	2,00	2,00

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	15	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	15	100,0

- a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Coefficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase ^b	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig
Medidas únicas	,989 ^a	,968	,996	183,600	14	14	,000
Medidas promedio	,995 ^c	,984	,998	183,600	14	14	,000

Modelo de dos factores de efectos mixtos donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

- a. El estimador es el mismo, esté presente o no el efecto de interacción.
 b. Coeficientes de correlaciones entre clases del tipo C que utilizan una definición de coherencia. La varianza de medida intermedia se excluye de la varianza del denominador.
 c. Esta estimación se calcula suponiendo que el efecto de interacción está ausente, porque de lo contrario no se puede estimar.

ANEXO 3 PRUEBA DE NORMALIDAD

1. Prueba de hipótesis.

H₀: Los datos SE AJUSTAN a la distribución normal.

H₁: Los datos NO SE AJUSTAN a la distribución normal.

2. Nivel de significancia: 5%

3. Estadístico de prueba: Kolmogorov – Smirnow / Shapiro - Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
BASAL_15MIN	,262	27	,000	,849	27	,001
BASAL_30MIN	,222	27	,001	,886	27	,007
BASAL_45MIN	,173	27	,037	,922	27	,044

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Interpretación de la significancia asintótica bilateral.

En todos los casos p-valor < 0,05; por ende, se acepta la hipótesis alternativa.

5. Conclusión

Los datos NO SE AJUSTAN a la distribución normal. Se deben utilizar pruebas no paramétricas.

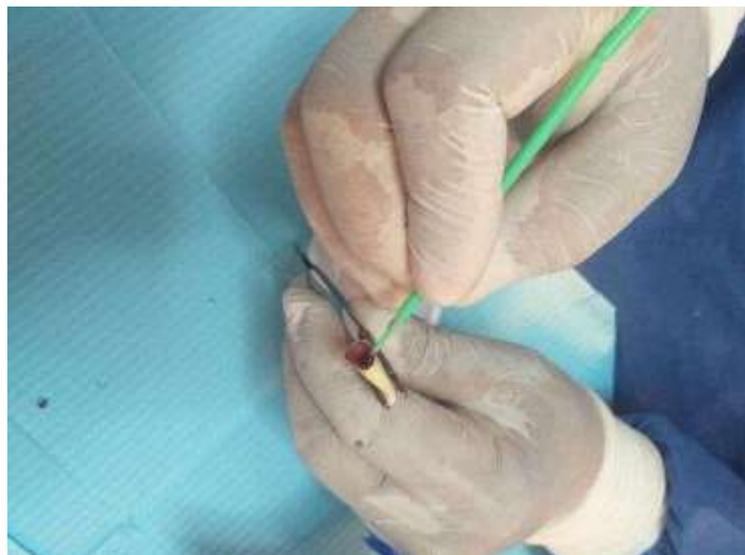
ANEXO 4
FOTOGRAFÍAS



Selección y limpieza de piezas dentales



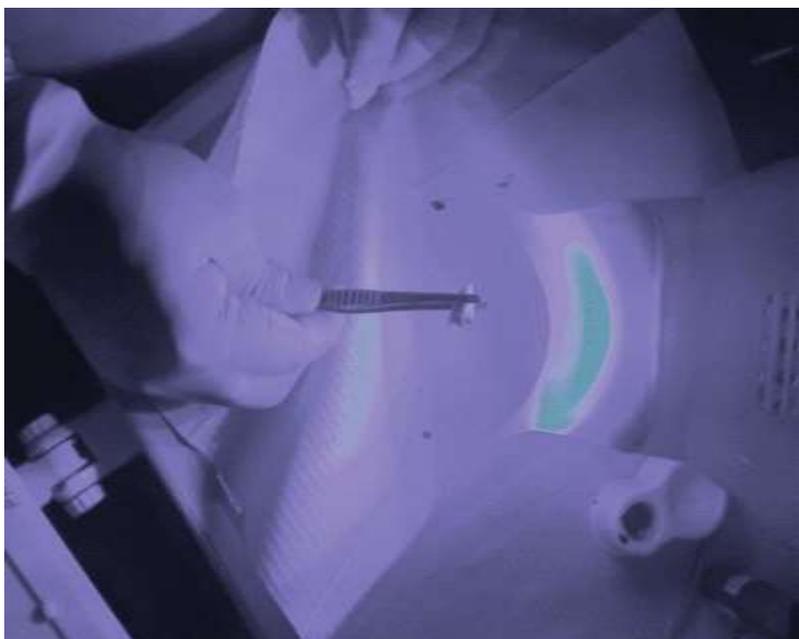
Rotulado



Aplicación del gel



Aplicación fuente de luz LED



Aplicación LED - LASER

ANEXO 5
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: COMPARACIÓN IN VITRO DE LA EFECTIVIDAD DE LA LUZ LED Y LÁSER/LED EN PIEZAS DENTALES SOMETIDAS A CLAREAMIENTO DENTAL CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35%

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Principal	Principal	General		
<p>¿Cuál es la efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% en Tumbes el año 2021?</p> <p>Específicos</p> <p>¿Cuál es la efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021?</p> <p>¿Cuál es la efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021?</p> <p>¿Cuál es la efectividad de la luz LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con</p>	<p>Comparar la la efectividad de la luz LED y LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% en Tumbes el año 2021.</p> <p>Específicos</p> <p>Determinar la efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.</p> <p>Determinar la efectividad de la luz LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021.</p> <p>Determinar la efectividad de la luz LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con</p>	<p>La fuente de luz Láser / LED posee similar efectividad que la fuente de luz LED en piezas dentales sometidas a clareamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35%.</p>	<p>Efectividad de clareamiento</p> <p>Fuente de luz</p>	<p>Diseño de la investigación. Experimental con pre prueba, post prueba y grupo control.</p> <p>Población. Al ser un estudio in vitro, se considera como infinita, puesto que no se cuenta con registros de éstos. Conjunto de incisivos, caninos y premolares humanos. La muestra fue obtenida al aplicar la fórmula para la determinación del número mínimo de observaciones, de repeticiones o de datos que deben efectuarse para experimentos de un solo factor donde no es posible estimar la varianza de datos. La muestra estuvo conformada por 9 piezas dentales para cada grupo.</p> <p>Técnica. La técnica utilizada fue la observación experimental.</p> <p>Instrumento. Se utilizó el colorímetro con base en la guía de tonos Chomascop, el investigador previamente fue calibrado con un especialista en estética dental. Las 16 guías de tonos fueron organizadas, asignándoles un puntaje correspondiente a cada una de ellas; siendo el 01de menor</p>

<p>peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021?</p> <p>¿Cuál es la efectividad de la luz LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021?</p>	<p>peróxido de hidrógeno al 35% Tumbes 2021.</p> <p>Determinar la efectividad de la luz LÁSER LED en dientes sometidos a clareamiento con peróxido de hidrógeno al 35%; a los 15, 30 y 45 minutos, Tumbes 2021.</p>			<p>valor y 4D el de mayor valor, de tal forma que 01 = 1, 1A = 2, 2A = 3, 1C = 4, 2B = 5, 1D = 6, 1E = 7, 2C = 8, 3A = 9, 5B = 10, 2E = 11, 3E = 12, 4A = 13, 6B = 14, 4B = 15, 6C = 16, 6D = 17, 4C = 18, 3C = 19 y 4D = 20. De esta forma se pudieron evaluar y cualificar la variación de color antes y después del procedimiento de clareamiento dental.</p>
---	---	--	--	--

