

Monografía para Optar al Título de Cirujano Dentista

"ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE METODOS DE SELECCIÓN DE COLOR USANDO TECNICA VISUAL DIRECTA VS LÁMPARA COLOMETRICA".

Informe final de la investigación

Línea: Evaluación e innovación en técnicas y tratamientos en odontología.

Sublínea de Investigación: Color; evaluación de la toma de color en pacientes con diferentes colorímetros/iluminación/tecnología.

Autores:

Br. Johamy Noreliz Narváez Luna. 20-03073-0

Br. Cristopher Alexander Pastora Murillo. 20-02089-0

Br. Erick José Rodríguez Ortega. 20-00924-0

Tutor:

MSc. Walter José Salazar Salgado.

Fecha: León, 02 de diciembre 2025.



RESUMEN

La selección del color dental es un procedimiento clave en odontología estética, ya que garantiza la armonía entre las restauraciones y la dentición natural del paciente. Tradicionalmente, este proceso se realiza mediante la técnica visual directa, sin embargo, la incorporación de dispositivos tecnológicos como la lámpara colorimétrica oral TRI Spectra LED busca mejorar la precisión y reducir la subjetividad del operador. El objetivo general de esta investigación es comparar el color obtenido mediante la técnica visual directa con la lámpara colorimétrica TRI Spectra LED en el canino superior derecho de 60 pacientes activos de las clínicas multidisciplinarias del área de conocimiento odontología mediante un estudio comparativo de corte transversal. Para ello, se realizaron comparaciones en tres momentos distintos del día (09:00 a.m., 11:00 a.m., y 3:00 p.m.), con el fin de evaluar la posible influencia de las variaciones lumínicas y condiciones ambientales sobre la determinación del color dental. Los resultados demostraron que hubo un 100% de variación en el color entre ambas técnicas entre las 3 horas, demostrando así que existe una importante diferencia entre cada técnica. En conclusión, la técnica visual directa presenta una marcada variabilidad cromática mostrando discrepancia al ser comparada con la lámpara colorimétrica en todos los horarios evaluados.

Palabras clave: colorimetría, odontología, pacientes, técnica visual, lámpara colorimétrica.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación. Su guía ha sido luz en los momentos de mayor esfuerzo y motivación en los de mayor incertidumbre.

A mi madre ***Johana Patricia Ortega*** y mi padre ***Erick José Rodríguez Palacios***, por su amor incondicional, sus sacrificios y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del trabajo, la perseverancia y la humildad. Este logro es también reflejo de todo lo que han sembrado en mí.

A mi hermana ***Ericka Waleska Rodriguez Ortega***, por ser compañera constante, por sus palabras de aliento y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Su apoyo ha sido una motivación invaluable en este camino.

A mis tutores y docentes, quienes con dedicación, paciencia y compromiso me han orientado en este proceso académico, brindándome no solo conocimientos, sino también inspiración para continuar creciendo como persona y profesional.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por ser parte fundamental de este logro, que no me pertenece únicamente a mí, sino que también es fruto de su apoyo, amor y confianza.

Erick José Rodríguez Ortega.

A Dios, por darme la vida, fortaleza y sabiduría para alcanzar este sueño.

A mis padres, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante en cada etapa de mi vida académica. Este logro es también de ustedes.

A mi familia, que siempre creyó en mí y me motivó a continuar incluso en los momentos más difíciles.

A mis compañeros y amigos de carrera, con quienes compartí horas de estudio, prácticas y experiencias inolvidables que enriquecieron este camino.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron en la realización de este proyecto y en mi formación como futura profesional de la odontología, les expreso mi más sincero agradecimiento.

Johamy Noreliz Narváez Luna.

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa de mi vida.

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y comprensión en los momentos más difíciles. A mi madre, que con sus consejos y sacrificios me han enseñado el valor del esfuerzo y la dedicación.

A mis docentes y tutores, en especial a nuestro tutor de este trabajo el MSc. Walter José Salazar Salgado, quienes con su guía y conocimiento nos orientaron en el desarrollo de este trabajo. Sus enseñanzas y retroalimentación fueron fundamentales para alcanzar este logro.

A mis amigos y compañeros, que estuvieron presentes en cada paso durante todos estos años, brindándome ánimo y compartiendo conmigo tanto los retos como las alegrías de este camino académico.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la culminación de esta tesis. Este logro también es de ustedes.

Cristopher Alexander Pastora Murillo.

DEDICATORIAS

Quiero dedicar esto, con todo mi corazón, a quienes han sido mi apoyo y guía en este camino. A Dios, por iluminar mi vida, darme fortaleza en los momentos difíciles y concederme la perseverancia para alcanzar mis metas.

A mi mamá y a mi papá, por su amor incondicional, sus enseñanzas y su ejemplo de esfuerzo constante., a mi hermana, por su compañía y apoyo en cada paso de esta etapa.

A mi mama coco y a mi mamita Juanita, por su cariño, paciencia y consejos que siempre me han motivado.

Y a mi abuelo, que, aunque no está físicamente, sé que estaría orgulloso y acompañándome en espíritu en este logro.

Erick José Rodríguez Ortega.

A mi familia, pilar fundamental en mi vida, por su amor incondicional, por enseñarme a perseverar y por ser la motivación que me impulsó a alcanzar este sueño.

A mis amigos, por su apoyo, compañía y palabras de aliento en los momentos más difíciles, y por celebrar conmigo cada pequeño logro.

A mis compañeros de tesis, por la paciencia, el esfuerzo compartido y la unión que nos permitió superar juntos cada reto en este proceso.

Johamy Noreliz Narváez Luna.

Dedico este trabajo a Dios, fuente de mi fortaleza y guía en cada paso de mi vida.

Gracias por darme la sabiduría, la paciencia y la perseverancia necesarias para culminar este proyecto. Sin su luz y su bendición, este logro no habría sido posible.

A mi madre, Gloria Elena Murillo, por enseñarme con su ejemplo que el esfuerzo y la constancia son el camino para alcanzar los sueños, también a mi abuelita por su apoyo todos estos años.

También dedico este logro con todo mi cariño y gratitud a mi familia, que ha sido mi motor y mi mayor inspiración.

A mis amigos, que me acompañaron con su apoyo y palabras de aliento en los momentos más desafiantes.

Y, sobre todo, me lo dedico a mí mismo, por nunca rendirme y demostrarme que soy capaz de superar cualquier obstáculo.

Cristopher Alexander Pastora Murillo.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
2.1.	Objetivo general.....	3
2.2.	Objetivos específicos.....	3
III.	MARCO TEÓRICO.....	4
3.1.	Fisiología del color.	4
3.2.	Historia y evolución del color.....	4
3.3.	Percepción del color.	6
3.4.	Escala de Munsell.....	7
3.5.	Definición del color.....	9
3.6.	Propiedades del color.	10
3.7.	Fenómenos ópticos.....	12
3.8.	Principios y propiedades ópticas de la luz.	15
3.9.	Fuentes de luz.....	17
3.10.	Fenómenos ópticos de los dientes.....	20
3.11.	Características ópticas del órgano dental.....	21
3.12.	Selección de color en odontología.	23
3.13.	Guías de color.....	25
3.14.	Técnica visual directa.	30

3.15.	Espectrofotómetro.....	31
3.16.	Lámpara colorimétrica oral LED TRI Spectra Shade Match Dental Base Light.....	31
3.17.	Factores que influyen en la percepción del color.	33
3.18.	Contraste y entorno.	36
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	38
4.1.	Tipo de estudio.....	38
4.2.	Área de estudio	38
4.3.	Población de estudio.....	38
4.4.	Muestra.....	38
4.5.	Tipo de muestreo	38
4.6.	Unidad de análisis.....	38
4.7.	Criterios de inclusión.....	39
4.8.	Criterios de exclusión.....	39
4.9.	Recolección de datos.....	39
4.10.	Aspectos éticos.....	41
4.11.	Procesamiento de datos.	42
V.	RESULTADOS	43
VI.	DISCUSIÓN.....	48
VII.	CONCLUSIONES.....	52

VIII.	RECOMENDACIONES	53
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
X.	ANEXOS.....	56

I. INTRODUCCIÓN

Igualar el color es un procedimiento complejo y es aún más, cuando se trata del color de algo natural como es la pieza dentaria en las diferentes tonalidades, de ahí la importancia de conocer los diferentes aspectos físicos que conforman el color, como también las ventajas que brinda los métodos objetivos o instrumentales para el registro del color (Christiani y Devecchi, 2016).

La toma de color en odontología es una parte fundamental del proceso para realizar una restauración estética de manera exitosa, lo que esto implica que no solo la técnica puede influir sobre el tratamiento, sino también la habilidad de diferenciación cromática del clínico (Radaellia et al, 2013).

Las diferentes técnicas de toma del color dental por parte del odontólogo es una etapa crucial para el éxito de los diferentes tipos de tratamientos restauradores, por lo tanto, el seleccionar una u otra técnica determinará la eficacia y facilidad que tendrá a la hora de seleccionar el color (Schelling., 2019).

La técnica visual directa es la técnica más utilizada por los estudiantes que desarrollan componentes clínicos donde se realizan tratamientos restaurativos, debido a que esta requiere únicamente de una guía colorimétrica y el ojo del operador, resulta muy práctica y accesible, pero esta técnica puede tener una variación en la exactitud dependiendo de la hora y estado climatológico del día, lo cual hace que la toma del color no sea precisa.

Un estudio experimental de Delgado (2015), evaluó la técnica *Smile Lite* frente a la técnica visual convencional, evidenciando que el uso de dispositivos con control

lumínico proporciona resultados más consistentes y reproducibles independientemente del operador o del entorno. De manera similar, Schmeling (2017) y Chuquispuma Bustos (2023, 2024), señalaron que la incorporación de espectrofotómetros y lámparas colorimétricas LED mejora la precisión en la selección del color dental, reduciendo la variabilidad causada por la iluminación y el cansancio ocular.

Evaluar la eficacia de la lámpara colorimétrica oral TRI Spectra LED frente a la técnica visual directa no solo proporciona datos prácticos para su aplicación en clínica, sino que también alimenta el debate científico sobre la evolución de las metodologías de selección de color. Esto puede estimular el desarrollo de nuevas tecnologías y técnicas que mejoren aún más la precisión en la odontología restauradora. Dado esto, es de nuestra necesidad cuestionarnos, ¿Qué tan exacta es la técnica visual directa comparándola con el color obtenido con la Lámpara Colorimétrica oral TRI Spectra LED utilizando una pieza dental como referencia comparándola entre distintas horas?

Esta investigación es de gran relevancia porque contribuye a mejorar la precisión del color dental, ya que demuestra que el uso de la tecnología permite obtener resultados mas objetivos y reproducibles. Los hallazgos en esta investigación no solo aportan evidencia clínica, sino que también favorecen la estandarización de procedimientos en la formación academia y la atención odontológica, alineándose así con los principios de El Plan Nacional De Lucha Contra La Pobreza Y Para El Desarrollo Humano (2022-2026) al integrar innovación, salud y bienestar en la mejora de los servicios profesionales, siendo importante también para la Estrategia Nacional De Educación “bendiciones y Victorias”.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.

1. Comparar el color obtenido al usar la técnica visual directa y con la lámpara colorimétrica oral TRI Spectra LED del canino superior derecho en pacientes activos de las clínicas multidisciplinaria del área de conocimiento de odontología.

2.2. Objetivos específicos.

1. Comparar el color obtenido con la técnica visual directa vs la lámpara colorimétrica oral TRI Spectra LED a las 9 de la mañana utilizando el canino superior derecho como referencia.
2. Comparar el color obtenido con la técnica visual directa vs la lámpara colorimétrica oral TRI Spectra LED a las 11 de la mañana utilizando el canino superior derecho como referencia.
3. Comparar el color obtenido con la técnica visual directa vs la lámpara colorimétrica oral TRI Spectra LED a las 3 de la tarde utilizando el canino superior derecho como referencia.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Fisiología del color.

En el fondo del ojo (retina) existen millones de células (papilitas) especializadas en detectar distintas longitudes de onda procedentes de nuestro entorno. Estas maravillosas células, principalmente los conos y los bastoncillos (llamados así por su forma), recogen las diferentes partes del espectro de luz solar y las transforman en impulsos eléctricos, que son enviados al cerebro a través de los nervios ópticos.

El cerebro es el encargado de crear la sensación del color realizando una asignación de un color a cada longitud de onda visible (coloración).

Los bastones y conos son indispensables mutuamente pues el ojo humano no es capaz de percibir un color si la iluminación no es abundante pues con poca iluminación registra el entorno en “blanco y negro”. (Santos, 2010)

3.2. Historia y evolución del color.

Gracias al legado pictórico de las pinturas rupestres, se sabe que el color ha existido en la vida del hombre desde su aparición sobre la tierra. Las características tan especiales de los antiguos pintores han conseguido que los colores hayan perdurado a través de los siglos. (Soldevilla Jiménez, 2014).

El filósofo Aristóteles (384-322 AC) escribió en su obra *De Coloribus*, que el color era una propiedad de la luz y que los objetos aparecían coloreados debido a que absorbían la luz. Propuso que los colores básicos eran los de los elementos de tierra, fuego, agua y cielo. El resto de los tonos los consideraba variaciones de éstos por

combinaciones de luz y oscuridad. Siglos más tarde, Leonardo da Vinci (1452-1519) quien también consideraba al color como propio de la materia, hizo algunas consideraciones en las que definió la siguiente escala de colores básicos: primero el blanco como principal ya que permite recibir a todos los demás colores, después, en su clasificación, seguía el amarillo para la tierra, verde para el agua, azul para el cielo, rojo para el fuego y negro para la oscuridad, ya que es el color que nos priva de todos los otros. (Soldevilla Jiménez, 2014).

En 1665, Isaac Newton (1642- 1519) aportó los primeros conocimientos científicos sobre el color estudiando la desviación de la luz mediante un prisma. Descubrió que la luz del sol podía ser dividida en varios colores haciéndola pasar a través de diferentes prismas. Esto producía un espectro, que va desde el rojo, pasando por el naranja, amarillo, verde y azul hasta el violeta. Estableció una base científica, suficiente para rechazar la teoría del color de Aristóteles, aún vigente en aquella época. Newton validó su teoría colocando unos prismas en una habitación oscura, dejó penetrar un haz de luz a través de un agujero en la pared y cuando el rayo, pasó a través del prisma se generó el espectro de color. De este modo se demostró que la luz es la fuente de todos los colores.

Redireccionando el espectro de color hacia otro segundo prisma, se produjo luz blanca y así, se vio que la luz blanca es un componente de todos los colores del espectro. Tras sucesivas experiencias, Newton, teorizó que el color de un objeto era producto de la reflexión selectiva de los rayos de luz y que esta consta de energía con diferentes longitudes de onda. (Soldevilla Jiménez, 2014).

En oposición a la teoría de Newton, Goethe (1749-1832) analizó el color no como un fenómeno de naturaleza estrictamente físico, sino desde un punto de vista diametralmente opuesto ya que para él las impresiones visuales son realizadas por un observador. Para Newton el fenómeno es objetivo, para Goethe subjetivo. Durante los siguientes cincuenta años, el interés por el color fue considerable, de forma que numerosas teorías fueron denunciadas por Brewster, Grassmann y sobre todo por Helmholtz.^{20,22}. (Soldevilla Jiménez, 2014).

En 1855 Maxwell realizó las primeras medidas visuales para comprobar la validez de la hipótesis tricromática, comprobó su exactitud y unificó las teorías de la época sobre la visión de los colores.

Poco antes, Grassman estableció las leyes fundamentadas que ponen las bases de la estructura matemática para la medida del color, y que todavía hoy perduran. Los resultados de Maxwell condujeron a representar los colores por tres números y, por consiguiente, poder localizarlos como un punto en un espacio geométrico. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.3. Percepción del color.

La percepción del color es una respuesta fisiológica a un estímulo físico.²⁸ La materia es totalmente incorpórea y lo que hace que un objeto sea percibido con un determinado color responde, por una parte, a las propiedades de la luz incidente en el objeto, es decir, a las características de la radiación visible necesaria para iniciar todo proceso de visión humana (ya sea cromática o no). En segundo lugar, a las propiedades químicas de la materia de la que están formados los cuerpos, algo que afectará

sensiblemente a la interacción de la luz con estos últimos y, por último, al sistema visual humano que será el que determine la sensación cromática final percibida por nuestro cerebro, según las ondas de luz transmitidas o reflejadas por el objeto que han penetrado en el ojo humano. Por este último factor, una determinada muestra de color no es percibida exactamente igual por dos observadores.

Estas tres variables, que se describen a continuación, están íntimamente relacionadas de forma que se puede tener luz y un objeto que recoja ésta, pero si no hay observador no habrá percepción; de la misma forma que puede haber luz y un observador, pero si no hay objeto no habrá percepción cromática. (Soldevilla Jiménez, 2014).

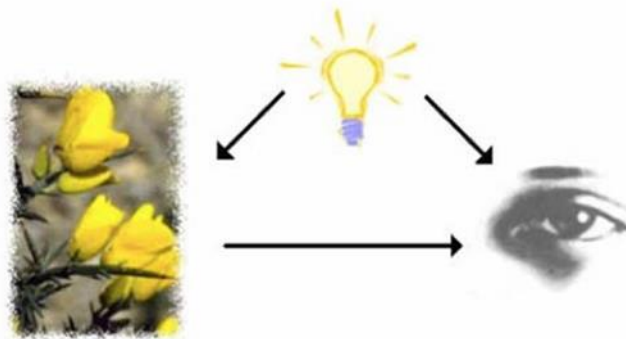


Figura 1. En la percepción del color intervienen tres elementos: las fuentes de luz, los objetos y el sistema visual humano.

3.4. Escala de Munsell.

En 1931, Bruce Clark sometió los dientes naturales a la medición y análisis científico del color y manifestó la importancia de las dimensiones del color. Según Munsell el color dental es el conjunto del matiz (tinte, tono), del valor (luminosidad, brillo),

y del croma (saturación, intensidad), lo explica perfectamente con el Sólido de Munsell en su Sistema de Colores de Munsell.

Munsell creó un “árbol” en que los colores se distribuían por ramas en orden de saturación o pureza. Y donde las ramas pueden ser de distinta longitud, por ejemplo, la rama del amarillo es muy larga, y la del naranja, mucho más corta.

En sentido vertical, el árbol se segmenta en diez intervalos que van del 0 (negro puro, abajo) al 10 (blanco puro, arriba). Las ramas se dividen en segmentos, desde cero en el centro para los colores neutros (gris) hasta 20 o más. Como la escala no tiene límites, incluso los materiales fluorescentes encuentran su lugar.

Los colores de Munsell se especifican mediante la notación HV/C, donde H es hue o matiz, V es el valor y C es el croma o la saturación. Para facilitar la lectura de las especificaciones, el número del color se acompaña de la(s) inicial(es) del primario adyacente. Así un rojo intenso sería 5R 5/16. La notación varía para los neutros: el color es N y la saturación se omite, de modo que una tinta negra sería N1 /.

El árbol de Munsell ha demostrado su eficacia en los ámbitos de la manufactura, el arte, la ilustración y el diseño, y en él se basan muchos sistemas industriales de especificación cromática estándar. Su principal inconveniente es que la selección de los colores reales del árbol obedece tanto a la subjetividad de Munsell como a su método científico. (Soldevilla Jiménez, 2014).

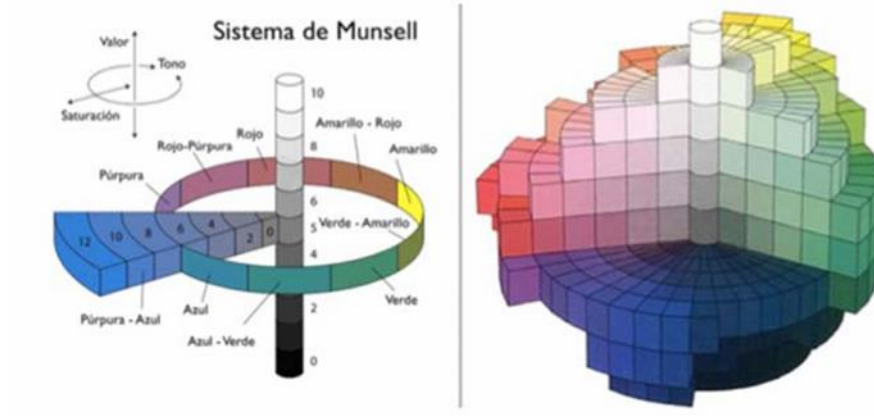


Figura 2. *Munsell concibió las relaciones como un árbol cuyo tronco representa el valor, las ramificaciones en varios ángulos los matice y la distancia a lo largo del eje de cada ramificación, el croma.* (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.5. Definición del color.

El color es una forma en que percibimos la luz visible, que está compuesta por una variedad de longitudes de onda que nuestro sistema visual interpreta y procesa como diferentes tonos. Cuando nos referimos al color, hablamos de la sensación que experimentan nuestros ojos cuando la luz rebota en los objetos y llega a nuestros ojos. Los colores pueden clasificarse como primarios (como el rojo, el verde y el azul) o secundarios (que se obtienen al mezclar los colores primarios) (Ccuno Carlos, 2022).

A pesar de poder observar una inmensa cantidad de colores, se nos hace difícil poder diferenciar colores semejantes, esto sucede muy a menudo al observar los dientes. Además, que en cada porción del diente el color va variando, esto es debido al espesor de dos partes importantes del órgano dental que son el esmalte y la dentina. La dentina es el encargado de dar el color en sí, mientras que el esmalte es el que da un efecto

cristalino al diente, reflejando, absorbiendo y dejando pasar la luz a través de este (Ccuno Carlos, 2022).

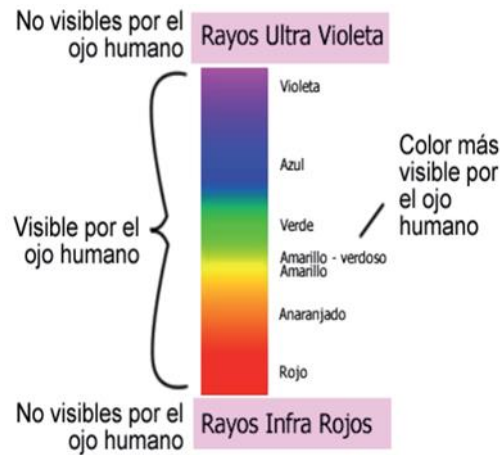


Figura 3. *“El color no existe y no es una característica de un objeto sino una apreciación subjetiva” (Santos, 2010.)*

3.6. Propiedades del color.

Las propiedades del color son básicamente, elementos diferentes que hacen único un determinado color, le hacen variar su aspecto y definen su apariencia final. Ellas están basadas en uno de los modelos de color más aceptados actualmente, realizado por Albert Münsell en 1905.

3.6.1. Matiz.

El matiz es una propiedad asociada al color del objeto; por ejemplo, si es rojo, verde o azul, es el nombre del color en su forma más simple y pura. Al desplazarse el color de su punto hacia los lados del círculo del color, este comienza a tornarse en las propiedades del color vecino y aparecen los colores terciarios (intermedios). (Mosquera Hoyos, 2009).

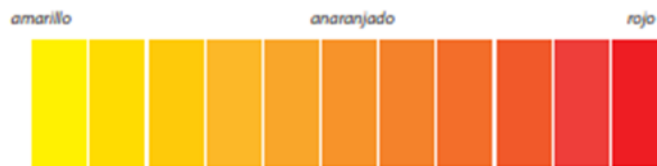


Figura 4. Por ejemplo, mezclando el rojo y el amarillo en diferentes proporciones de uno y otro, se obtienen diversos matices del anaranjado hasta llegar al amarillo. Lo mismo sucede con el amarillo y el verde, o el verde y el azul, etc.

3.6.2. Valor.

El valor se refiere a la luminosidad del objeto, su brillantez o su proximidad al blanco. Es el color que se obtiene mezclando cada color (matiz) con el blanco o el negro. (Mosquera Hoyos, 2009).



Figura 5. Diferencia de luminosidad o luminosidad. Un azul, por ejemplo, mezclado con blanco, da como resultado un azul más claro, es decir, de un valor más alto. A medida que a un color se le agrega más negro, se intensifica dicha oscuridad y se obtiene un color de un valor más bajo. (Santos, 2010).



Figura 6. Dos colores diferentes (como el rojo y el azul) pueden llegar a tener el mismo valor, si consideramos el concepto como el mismo grado de claridad u oscuridad con relación a la misma cantidad de blanco o negro que contengan, según cada caso. (Santos, 2010.)

3.6.3. Croma.

Croma es una variable cuantitativa que representa el grado de pureza de un determinado matiz en particular, es decir, la cantidad de pigmento de un determinado matiz. El valor se considera como la dimensión del color más importante debido a que ligeras diferencias en el matiz o croma son inapreciables si presentan el mismo valor (Mosquera Hoyos, 2009).



Figura 7. Por ejemplo, decimos “un rojo muy saturado” cuando nos referimos a un rojo puro y rico. Pero cuando nos referimos a los tonos de un color que tiene algún valor de gris, o de algún otro color, los llamamos menos saturados. (Santos, 2010.)

3.7. Fenómenos ópticos

El color dental tiene una complejidad enorme, no es una simple mezcla de los 3 elementos del color. Tenemos por otro lado otros factores o los llamados fenómenos ópticos que también influyen en el color dental. Estos fenómenos por un lado le dan belleza natural al diente, pero por otro lado dificultan la selección del color y su restauración:

3.7.1. Translucidez.

La translucidez se define como una propiedad óptica de un objeto, capaz de permitir que una cantidad relativa de luz atraviese un cierto espesor de su cuerpo. Esta propiedad indica la cantidad y calidad de la reflexión de la luz. La dentición humana se caracteriza por diversos grados de translucidez. La translucidez del esmalte varía según

el ángulo de enfoque, la claridad de la superficie, la longitud de onda de la luz y el grado de deshidratación. La dentina, a pesar de ser más opaca que el esmalte, también es translúcida y su translucidez aumenta con la edad. En los dientes, el tercio incisal es la región más translúcida, ya que el espesor de la dentina es menor que el del tercio medio y la encía. (Radaelli et al, 2013).

3.7.2. Fluorescencia.

La fluorescencia es la absorción de luz por un material y su emisión espontánea a una longitud de onda más larga. Esta propiedad hace que los dientes se vean más blancos y brillantes a la luz del día o bajo iluminación artificial como lámparas fluorescentes, linternas o luz negra.

La fluorescencia dental está determinada principalmente por la dentina, que contiene una gran cantidad de colágeno, un material orgánico que contiene una gran cantidad de aminoácidos que emiten fluorescencia, como el triptófano, lo que resulta en una fluorescencia tres veces mayor que la del esmalte. En este último caso, se atribuye a sus componentes orgánicos, que representan menos del 2% de su composición total. (Radaelli et al, 2013).

3.7.3. Opalescencia.

La opalescencia es una propiedad óptica que consiste en la dispersión de las longitudes de onda más cortas de la luz visible, lo que confiere al objeto una coloración azulada/grisácea en la luz reflejada, y la dispersión de las longitudes de onda más largas de la luz visible en la luz transmitida, lo que le confiere una coloración anaranjada.

Cuando el índice de refracción entre dos sustancias es excesivo, el objeto puede emitir colores opalescentes con valores altos, gran claridad y brillo.

Este fenómeno toma su nombre del ópalo. Un ópalo natural es un disilicato acuoso que descompone la luz transiluminada mediante refracción. El ópalo actúa como un prisma y refracta diferentes longitudes de onda en distintos grados. Las longitudes de onda más cortas refractan más y requieren un ángulo crítico mayor para escapar de un material con mayor densidad, ya que estos materiales tienen un ángulo de refracción mayor, lo que impide que la luz atraviese todo su cuerpo.

Este fenómeno también se observa en los dientes naturales. Los cristales de hidroxiapatita en el esmalte también actúan como prismas y son más pequeños que la longitud de onda de la luz visible. Las longitudes de onda de la luz tienen diferentes grados de reflexión, absorción y transmisión a través del diente y los materiales dentales, dependiendo de su translucidez.

Al ser iluminados, el ópalo y el esmalte transmiten rayos rojizos y dispersan rayos azulados dentro de sus cuerpos, especialmente en el extremo incisal. Por lo tanto, el esmalte se ve azulado a pesar de ser incoloro. El efecto opalescente del esmalte blanquea el diente y le confiere profundidad óptica y vitalidad. (Radaelli et al, 2013).

3.7.4. Estructuras internas

Estructuras internas, el diente está constituido por esmalte, dentina y pulpa, y su color natural depende del grosor, composición y estructura de estos tejidos.

La dentina es la responsable del matiz y el croma del diente. Vanini, estudió los tercios dentarios y definió el término “bandas cromáticas”. Explica que el cromatismo está

más saturado en el área cervical gradualmente disminuyendo a través del tercio medio hasta el tercio incisal, que posee el cromatismo más bajo. Pero por otro lado los dientes tienen una microestructura que es la responsable de áreas más blanquecinas o azules, lo que llamamos como término general alteraciones cromáticas. (Chykanovskyy et al, 2016.)

El esmalte confiere el valor del color dental mediante sus características translúcidas y de opalescencia, además de proporcionar brillo y vitalidad al diente. Cuanto más esmalte mayor es la luminosidad, y cuanto mayor es la luminosidad mayor es el valor y mayor es la apariencia de color blanco. Todos estos elementos y fenómenos ópticos se combinan entre ellos y como resultado obtenemos el color dental natural. (Chykanovskyy et al, 2016.)

3.8. Principios y propiedades ópticas de la luz.

Cuando la luz llega a un objeto pueden ocurrir diferentes procesos: la luz puede ser absorbida, puede ser reflejada, puede ser transmitida a través del objeto o dispersada pudiendo, en este caso, darse procesos de fluorescencia y opalescencia.

3.8.1. Transmisión y absorción

La trasmisión ocurre cuando la luz emitida atraviesa un objeto transparente o translucido, y esta luz transmitida es recogida por las células de la retina, provocando estímulos que cuando son interpretados por el cerebro, permiten la observación del color. Si la luz emitida interacciona con las moléculas o partículas presentes en este objeto, parte de la luz es absorbida por ese objeto (Ilustración 6).

En este caso, las longitudes de onda que no son absorbidas son recogidas por las células receptoras del ojo. Las longitudes de onda absorbidas vienen determinadas por el material y las características del objeto atravesado. Las longitudes de onda que no son absorbidas se transmiten a través de este objeto y se perciben como el color de ese objeto. (Bonafé Cardozo, 2020)



Figura 8. Transmisión de la luz a través de un objeto. Tomada de Chu y cols., 2004.

3.8.2. Reflexión y Absorción.

La reflexión ocurre cuando el rayo de luz incide sobre un objeto sólido y entonces la luz incide y refleja, en parte o en su totalidad, en ese objeto. Dependiendo de la estructura molecular y la densidad de ese objeto, ciertas longitudes de onda pueden ser absorbidas en lugar de reflejadas. Las longitudes de onda reflejadas componen el color percibido (Ilustración 7).

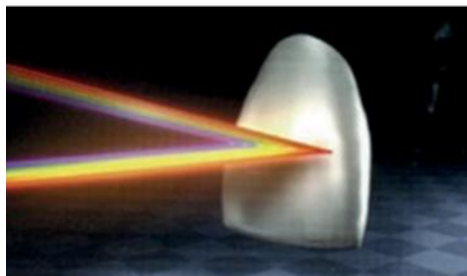


Figura 9. Reflexión de la luz al incidir sobre un objeto sólido. Tomada de Chu y cols., 2004.

Un material que refleja todas las longitudes de onda se percibe como color blanco. Si el objeto absorbe toda la luz, se percibe de color negro (Ilustración 8). En la mayoría de los casos, algunas longitudes de onda son absorbidas y otras reflejadas. Cuando este ocurre, el color percibido corresponde a las longitudes de onda que son reflejadas. Por ejemplo, si un material absorbe longitudes de onda verdes y azules y refleja la roja su color será percibido como rojo.

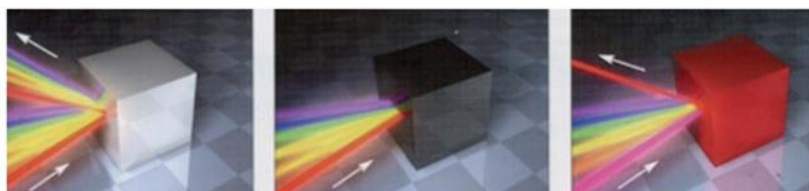


Figura 10. Reflexión de la luz al incidir los objetos. Los objetos que reflejan todas las longitudes de onda son percibidos como blancos. Los objetos que absorben toda la luz son percibidos como negros. Un objeto rojo corresponde a aquel que refleja la luz roja y absorbe el resto de las longitudes de onda.

Tomada de Chu y cols., 2004.

3.9. Fuentes de luz.

La luz diurna ha sido y seguirá siendo durante mucho tiempo una luz de referencia, utilizada como elemento de comparación y evaluación subjetiva para cualquier otra fuente luminosa diferente. Sin embargo, las condiciones ambientales y horarias hacen que esta fuente luminosa varíe su composición inaceptablemente para que pueda ser empleada como fuente en colorimetría. Es necesario, pues, definir una radiación que represente a una luz diurna normalizada, una distribución espectral constante para la medida del color, para ello la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) propuso el uso de iluminantes o blancos de referencia. (Soldevilla Jiménez, 2014).

Es importante hacer referencia a las diferencias entre los conceptos de fuente de luz e iluminante. Fuente de luz hace referencia a la emisión de radiación electromagnética visible y el Iluminante es la especificación de una fuente de luz concreta. Es una construcción matemática que no puede realizarse físicamente en forma de fuente de luz.

Dado que la calidad de la fuente de luz incidente influye en la percepción del color de un objeto dado, en 1964 la CIE recomendó el uso de una serie de iluminantes en todos aquellos procesos que exijan una correcta percepción cromática. Entre ellas, las denominadas fuentes de luz día, que son fuentes fluorescentes de luz corregidas, que ofrecen temperaturas de color de 5000°K a 6500°K, y que se conocen comúnmente como luz día D50 y D65 respectivamente. (Soldevilla Jiménez, 2014).

Este concepto de temperatura de color se define como la relación entre la temperatura de un cuerpo (cantidad de energía que emite) y el color que percibimos. De tal manera que, cuanto más alta es la temperatura del objeto, tanto más amplio se hace el espectro de radiación que emite y, por tanto, se modifica el color que percibimos. Asimismo, también hay que tener en cuenta que diferentes temperaturas de color de la luz dentro de un mismo ambiente pueden variar la percepción del objeto a examinar. (Soldevilla Jiménez, 2014).

La percepción del color por el ojo humano varía según las condiciones de iluminación. La intensidad de iluminación necesaria para que el ojo humano perciba cómodamente el color depende de la temperatura cromática de la luz. La luz perfectamente neutra da una temperatura de color de 5500°K. Por ello, hoy se admite que entre 5500°K – 6500°K es la temperatura cromática real de la luz blanca percibida

por el ojo humano como blanca, y es la que debería usarse como fuente de luz (CIE D65) para igualar colores en odontología. (Soldevilla Jiménez, 2014).

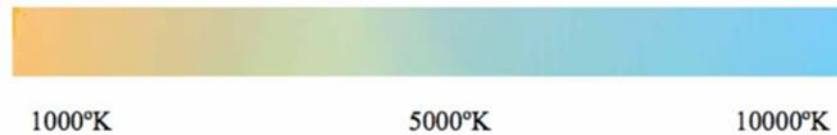


Figura 11. Temperaturas de color según el calentamiento del 'cuerpo negro'. (Ortiz Zamora, 2002).

Según la temperatura del color, los blancos de referencia estandarizados y recomendados por la CIE son los siguientes:

- Iluminante A: Corresponde a la luz emitida por una lámpara de filamento de wolframio. Equivale a la luz emitida por el cuerpo negro a una temperatura de 2.856 °K.
- Iluminante B: Corresponde a la luz solar de mediodía. Su temperatura de color es de 4.874 °K.
- Iluminante C: Luz del día en el hemisferio norte sin Sol directo (sin radiación ultravioleta). La temperatura para este iluminante es de 6.774 °K.
- Iluminante D (D65): Mezcla de luz solar y cielo nublado (con presencia ultravioleta). Temperatura de color de 6.500 °K. Es el adoptado actualmente como blanco de referencia para la televisión en color.
- Iluminante E: Es el blanco equienergético y representa al blanco que se obtiene al estar presentes todas las longitudes de onda del espectro visible

con igual energía. Su temperatura de color es de 5.500 °K. (Mosquera Hoyos, 2009).

3.10. Fenómenos ópticos de los dientes.

Los fenómenos más importantes en la relación luz-diente son la reflexión, refracción, absorción y difracción.

3.10.1. Reflexión.

Todos los cuerpos reflejan una parte de la luz que les llega. Se necesita que se les ilumine para que la podamos ver. Sin embargo, en la mayoría de los casos, debido a la rugosidad de la superficie, esta luz se refleja en todas las direcciones de manera difusa y produce por ella una reflexión difusa. En cambio, si la superficie está pulida y lisa, la luz reflejará nítidamente produciendo una reflexión espectacular. (Chuquispuma Bustos, 2023).

3.10.2. Refracción.

Es el cambio de dirección que sufre la luz al penetrar un cuerpo translúcido o transparente a menos que la luz incida en forma perpendicular. Debido a que el diente posee pocas capas de distinta opacidad se refracta de diferente manera en cada una de ellas. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.10.3. Absorción.

Los cuerpos que reciben la luz ya sean oscuros, claros o incluso transparentes, impiden que una parte de los rayos lumínicos regresen al medio del que proceden. Este principio es el que ocasiona el fenómeno de la visión. Así según la inclinación de los

haces de luz pueden llegar a reflejar en alguna capa y salir sin llegar a la dentina, y otros vuelven a reflejarse en la superficie interna del esmalte volviéndose hacia la dentina. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.10.4. Difracción.

El efecto de la difracción da una imagen de la dentina mayor de lo que es en forma de sombra que se conoce como penumbra. En otras palabras, la manera en que se perciben los mamelones y otros efectos atrapados en el esmalte bajo distintas condiciones lumínicas son la anatomía de una ilusión. (Soldevilla Jiménez, 2014).

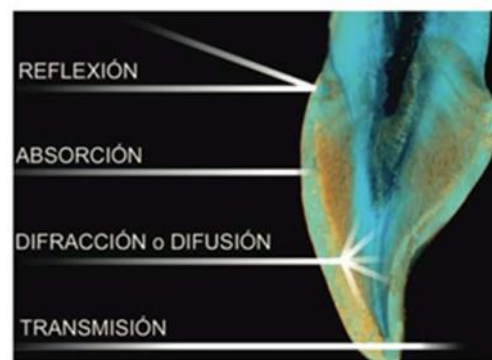


Figura 12

3.11. Características ópticas del órgano dental.

El diente está compuesto por capas semitransparentes estratiformes de esmalte y dentina que absorben, reflejan, transmiten o refractan parte o toda la luz incidente, produciendo de esta manera la calidad del color del diente. Las fuentes de luz pueden ser un factor crítico en la adaptación visual del color, considerando las propiedades ópticas del diente natural. Las propiedades ópticas del diente dependen de su estructura, siendo la capa más externa y dura el esmalte, la dentina es más blanda, con menos

minerales y en el centro está la pulpa que contiene el paquete vasculonervioso. (Chuquispuma Bustos, 2024).

El diente tendrá variación de colores según el tercio, así pues, el tercio incisal será más translucido por la poca o nula presencia de dentina en esa zona, en tercio medio será más representativa ya que tanto el esmalte como la dentina tienen buena porción de sus respectivos tejidos en esa zona, y finalmente el tercio cervical que se verá influenciado por el margen gingival. (Chuquispuma Bustos, 2024).

Los tres tejidos que conforman el diente van a ir cambiando con el pasar de los años, provocando así un cambio en el color natural de los dientes.

El grosor del esmalte varía en las diferentes partes de la corona, siendo mayor en las cúspides y los bordes incisales y menor en la región cervical. El color natural del esmalte es blanco o blanco azulado y se puede apreciar en la región incisal de los dientes y las puntas de las cúspides, en donde no se ve la dentina subyacente. Cuando el esmalte pierde espesor se puede ver el color de la dentina a su través y el esmalte parece más oscuro. El grado de mineralización también influye en su aspecto, las zonas hipomineralizadas parecen más opacas que las que tienen una mineralización normal, que son relativamente translucidas. (Chuquispuma Bustos, 2024).

El esmalte es básicamente translucido por su composición, pero su translucidez no es uniforme, sino que muestra un gradiente de opacidad, de manera que la mitad más externa es más translúcida que la interna al ser los prismas del esmalte más densos en esta región. Por ello se puede dividir el esmalte en dos zonas de translucidez, una zona translúcida y una semitranslúcida. Estas capas permiten que la luz penetre a través de

la estructura dental y se refleje sobre la capa de dentina, que es básicamente opaca y que es la responsable del color del diente. (Chuquispuma Bustos, 2024).

Los componentes de la dentina son muy parecidos a los del hueso, pero la disposición de los procesos protoplasmáticos y los túbulos en los que se alojan es exclusiva. A diferencia del hueso, la dentina no está vascularizada ni sufre procesos de remodelación. La dentina es la responsable del tinte y de la intensidad dentaria. (Chuquispuma Bustos, 2024).

La pulpa dental tiene un color rojizo oscuro y su tamaño es mayor en personas jóvenes, por lo que influencia en el color, ya que da lugar a un tinte rosado, a menudo más visible en las superficies linguales. Con el paso de los años, la pulpa se irá estrechando de manera progresiva, por lo que su influencia sobre el valor del diente disminuye con la edad. (Chuquispuma Bustos, 2024).

El color observado de un diente se logra a través de los efectos combinados del esmalte y de la dentina. La dentina opaca, exhibiendo los atributos de tinte y de intensidad, tiene la tendencia de reducir el valor del esmalte, cambiando así el color global hacia el gris. Cuanto más grueso es el esmalte, más luz se refracta y refleja, incrementando así la luminosidad y, por lo tanto, el valor, dando una apariencia más blanca. (Chuquispuma Bustos, 2024).

3.12. Selección de color en odontología.

La medición del color en odontología, no solo se centra en el color del diente, sino que también es importante tener en cuenta el color de la piel y de la encía, para que esta sea de manera armoniosa.

Una vez que vamos a empezar con el proceso, es imprescindible la limpieza del diente, para que, una vez tomado el color, éste no se vea alterado por la presencia de alguna adherencia, placa, pigmentación o sarro que pueda haber en la superficie del diente. Así mismo eliminar cualquier elemento de color intenso que pueda alterar la percepción o medición, ya sea en las mujeres el color de los labios, en los hombres un abundante bigote, incluso el color intenso que pueda tener las paredes puede verse reflejado en la toma de color.

El tiempo de observación no debe superar los 3-5 segundos, para evitar fatiga cromática visual. Es de vital importancia mantener el diente húmedo, ya que si lo secamos su color se verá más blanco de lo que realmente es, y tardará en recuperar su color real. (Chuquispuma Bustos, 2024).

Durante décadas, la elección del color ha sido un procedimiento subjetivo y, aunque se ha automatizado con equipos digitales más objetivos, los principios básicos permanecen inmutables.

El primer principio, consiste en el uso de varios tipos de luz, es decir, examinar los dientes bajo diversas condiciones lumínicas, por ejemplo, con luz solar, luz artificial y con el flash en las fotografías digitales, este método contribuye a evitar el metamerismo.

El segundo principio es adquirir experiencia con una guía de color dada y el sistema de porcelana o acrílico correspondiente.

El tercer principio es utilizar un diente como referencia para determinar la información complementaria del color, pues, no sólo se debe ofrecer datos generales del color básico del diente sino también una información más detallada que muestre las

características individuales de un diente intacto del paciente que servirá de referencia y que habitualmente será o el contralateral o el antagonista. Esto se lleva a cabo realizando fotografías. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.13. Guías de color.

3.13.1. Vita Classical

La guía de colores Vita Classical de VITA es un referente en las guías de color desde hace más de 40 años. Consta de 16 muestras clasificadas en cuatro grupos o familias. Se divide en cuatro grupos o cuatro tonalidades: A (marrón-rojizo), B (amarillo-rojizo), C (gris) y D (gris-rojizo). En esta guía hay varios niveles de cromatismo para el mismo tinte. Para cada tinte (A, B, C y D) existen diferentes niveles. Para la familia A existen cinco grados de intensidad: A1, A2, A3, A3,5 y A4, siendo el 1 el menos saturado y 4 el más saturado. Para las familias B y C se distinguen cuatro (1, 2, 3 y 4) y para la familia D tres (2, 3 y 4). (Bonafé Cardozo, 2020).



Figura 13. Guía de color Vita Classical.

A pesar de ser ampliamente utilizada presenta algunos inconvenientes como que las tablillas poseen un espesor inadecuado, que normalmente varía entre 4 y 5 mm, y que debería ser reproducido en 1- 1,5 mm de cerámica. Otro aspecto importante es que

las tablillas no cubren todo el espacio cromático dental ya que no representan todos los posibles colores de los dientes naturales humanos. (Bonafé Cardozo, 2020).

3.13.2. Vita 3-D Máster

El sistema de coloración Vita 3-D Máster fue presentada en 1998, no solo con el fin de mejorar y solventar los problemas de la guía classical, sino que se desarrolló utilizando principios innovadores que tienen como fundamento el espacio cromático. Esta guía contiene 29 tablillas que cubren el espacio cromático de los dientes naturales. En este sistema todos los colores están definidos clara mente por las tres dimensiones: tinte, valor, e intensidad. (Bonafé Cardozo, 2020).



Figura 14. Guía de colores Vita System 3D-Máster. Esta guía está dividida en cinco grupos de luminosidad. En cada grupo se dispone de un diente central M2 rodeado de seis dientes para la determinación de las desviaciones de intensidad y tonalidad cromática.

El espacio cromático de los dientes se trasladó de manera uniforme y respetando iguales distancias (equidistante) en cuanto al valor, tono e intensidad del color a las muestras de color del diente. Se llevó a cabo también la colocación de los dientes según su frecuencia. (Bonafé Cardozo, 2020).

La guía contiene 29 tablillas dividida en 5 grupos de acuerdo con su valor. Dentro de cada grupo, las tablillas se ordenan según la intensidad creciente (vertical hacia abajo 1; 1,5; 2; 2,5 y 3) y según el tinte (amarillento L, medio M y rojizo R). Lo primero que se hace para seleccionar el color en este tipo de guía es definir el valor, después de determinar la intensidad y por último determinaremos el tinte. En cada tablilla se observan los siguientes números:

- El situado más arriba indica el grupo valor al que pertenece la tablilla, del 1 al 5, donde 1 es el más luminoso y 5 el menos luminoso.
- La letra indica el tinte que puede ser M (medio), L (amarillento) o rojo (R).
- El segundo número o posterior a la letra indica la intensidad (1;1,5;2;2,5 y 3) en orden creciente débil a intenso La determinación del color con esta guía se hace en tres pasos:

1. Determinación del valor (luminosidad). El profesional dental selecciona el nivel del valor (entre 1 y 5). En cada grupo se encuentra un diente de muestra central M2.

Entonces se considera el tinte M del grupo de valor seleccionado. La comparación debe comenzar con la muestra del medio: 3M2.

2. Determinación de la intensidad. A continuación, hay que decidir si se trata de un color más intenso y saturado o de un color más débil y diluido. Se selecciona dentro del grupo M, aquel nivel de intensidad (entre el 1 y el 3) que más se aproxima al diente observado.

3. Determinación del tinte. Hay que constatar si el diente de referencia tiende más hacia lo amarillento (tonalidad cromática L, a la izquierda) o más hacia lo rojizo (tonalidad cromática R, a la derecha). La tercera y última decisión se toma únicamente sobre la base de las cuatro muestras restantes: las tres muestras superiores (valores de intensidad entre 1 y 1,5) o las tres muestras inferiores (valores de intensidad entre 2,5 y 3), así como la muestra central, que sigue estando disponible (valor de intensidad 2). (Bonafé Cardozo, 2020).



Figura 15. Para la determinación del valor de un diente es útil utilizar la comparación de los valores medios M2 de los cinco grupos del valor.

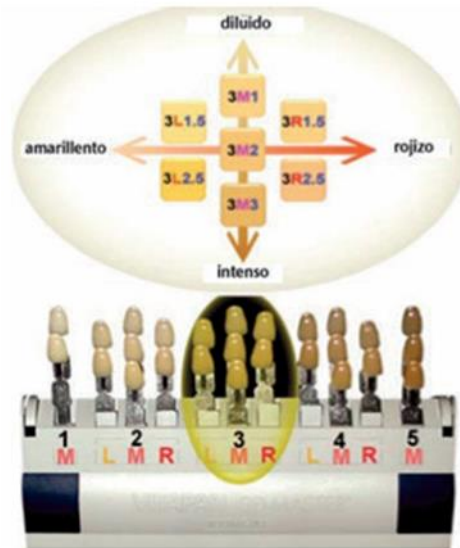


Figura 16. Estructura del Vita System 3-D Máster. El primer lugar se determina la luminosidad (del 1 al 5). A continuación, se procede a la evaluación de la intensidad cromática (pálido a intenso), y por último se determina la tonalidad (tendencia al amarillo o al rojo). (Bonafé Cardozo, 2020).

Las ventajas de esta guía son por tanto debidas a que la selección del color se hace paso a paso, respetando los principios del orden colorimétrico. La guía cubre todo el espectro cromático de la dentición natural. Con las 29 muestras de la guía Vita System 3-D Máster pueden combinarse todos los colores secundarios deseados según las tablas de la figura 15.

1M1	1.5M1	2M1	2.5M1	3M1	3.5M1	4M1	4.5M1	5M1
1M1.5	1.5M1.5	2M1.5	2.5M1.5	3M1.5	3.5M1.5	4M1.5	4.5M1.5	5M1.5
1M2	1.5M2	2M2	2.5M2	3M2	3.5M2	4M2	4.5M2	5M2
	1.5M2.5	2M2.5	2.5M2.5	3M2.5	3.5M2.5	4M2.5	4.5M2.5	5M2.5
		2M3	2.5M3	3M3	3.5M3	4M3	4.5M3	5M3
A partir de los catorce colores principales M se obtienen 23 colores secundarios más exactamente definidos								
		2R1.5	2.5R1.5	3R1.5	3.5R1.5	4R1.5		
		2.5R2	2.5R2	3R2	3.5R2	4R2		
		2R2.5	2.5R2.5	3R2.5	3.5R2.5	4R2.5		
V A partir de los seis colores R principales se obtienen nueve colores secundarios más exactamente definidos								
		2L1.5	2.5L1.5	3L1.5	3.5L1.5	4L1.5		
		2L2	2.5L2	3L2	3.5L2	4L2		
		2L2.5	2.5L2.5	3L2.5	3.5L2.5	4L2.5		
A partir de los seis colores L principales se obtienen nueve colores secundarios más exactamente definidos								

Figura 17. Esquema de las 29 muestras de las guías Vita System 3-D Máster. (Bonafé Cardozo, 2020).

3.13.3. Guía de Color Chromascop.

La guía de colores Chromascop (Ivoclar Vivadent), presenta 20 muestras divididas en 5 grupos de tintes (Ilustración 44), según la siguiente numeración 100 (blanco), 200 (amarillo), 300 (marrón claro), 400 (gris) y 500 (marrón oscuro).

Cada grupo posee 4 muestras. Ordenadas en intensidad creciente, con el numero 10 correspondiendo al más bajo y el 40 al más elevado. Se utiliza de forma similar a la Vita Classical, eligiendo primero el tinte y luego el nivel de intensidad. Park y col., en 2006, demostraron que el orden de estas guías, como ya se ha comentado anteriormente, resulta incorrecto a la hora de evaluar el color dental. (Bonafé Cardozo, 2020)



Figura 18. Guía de colores Chromascop. Presenta 20 tablillas divididas en 5 grupos de matices.

3.14. Técnica visual directa.

El método visual directo es uno de los más utilizados en muchos consultorios dentales. Considerado el más común, siendo este también el que predomina en pregrado de la carrera de odontología. Por este motivo es importante conocer y aplicar nuevos métodos que sean más objetivos en la determinación del color dental. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.15. Espectrofotómetro.

Los espectrofotómetros son aparatos utilizados en la medida del color de un objeto a través de su longitud de onda reflejada. Ese registro es obtenido en las coordenadas tridimensionales del sistema CIELAB. En ese sistema los colores son expresados en 3 ejes que se relacionan para determinar el color del objeto. El eje L^* indica la coordenada acromática o la luminosidad del objeto con valores de 0 (negro absoluto) a 100 (blanco absoluto). Los ejes a^* y b^* indican las coordenadas cromáticas que presentan la posición tridimensional del objeto en el espacio de color y su dirección. El eje a^* representa la cantidad de rojo (valor de a^* positivo), o de verde (valor de a^* negativo). El eje b^* representa la cantidad de amarillo (valor de b^* positivo) o azul (valor de b^* negativo). Cuando los valores de los ejes a^* y b^* se aproximan a cero, representan un área acromática, basada en la escala de valor. Existen varios tipos de espectrofotómetros que pueden presentar formas y tamaños diferentes, además de presentar diferentes funciones (Schmeling, 2017).

El espectrofotómetro Vita Easy Shade® (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) tiene la capacidad de evaluar la luz reflejada de los dientes y presentar los resultados de acuerdo con la escala Vita Classical o de acuerdo con la escala Vita 3 D Máster.

3.16. Lámpara colorimétrica oral LED TRI Spectra Shade Match Dental Base Light.

3.16.1. Especificaciones técnicas:

- Un anillo de 12 diodos emisores de luz (LED)

- Ajuste de temperatura de color LED:
- Luz diurna: 5500 ° K
- Luz de la habitación: 3900 ° K
- Luz ambiental: 3900 ° L
- Salida de luz: consistente para 3 temperaturas de color
- Índice de reproducción cromática: 92
- Tamaño aproximado: 7 "x 2"
- Peso: aproximadamente 190g (sin pilas)
- Duración de la batería: dos pilas AA

3.16.2. Características:

- Ajustes de luz para tomar sombras y Análisis de Color
- Portabilidad
- Fácil de usar
- L.E.D. Fuente de luz con función de luz suave
- Tres condiciones de iluminación de una fuente
- Normaliza las condiciones de iluminación entre múltiples ubicaciones
- Área de visualización controlada
- Pestañas de color neutralizantes incluidas
- Funciona con pilas
- L.E.D. proporciona máxima potencia al instante
- Regulador de voltaje

Esta lámpara colorimétrica oral funciona comparando el color de los dientes con una guía de colores estandarizada. También toma en cuenta la textura, opacidad y translucidez de los dientes.



Figura 19. Lámpara colorimétrica oral LED TRI Spectra Shade Match Dental Base.

3.17. Factores que influyen en la percepción del color.

3.17.1. Factores sociológicos.

Los colores afectan a nuestras emociones, los colores como el rojo, naranja y amarillo generan energía e inquietud en nuestro cuerpo, por otro lado, los verdes y azules, nos hacen sentir más calmados y tranquilos. Estos mismos colores, son considerados como colores cálidos y fríos, respectivamente, ya que, según el color observado, el cuerpo reacciona de forma diferente, generando más adrenalina, acelerando la presión sanguínea y la respiración, elevando nuestra temperatura, entre otras frente a colores cálidos, también nos hace dar la sensación de lugares donde existe calor, ya que estos colores se pueden presentar en desiertos. Frente a los colores fríos, nuestro cuerpo reacciona de manera distinta, dando frescura y calma, también estos

colores se presentan en algunos lugares nublados, en piscinas, en playas, etc. (Soldevilla Jiménez, 2014).

Según el lugar donde vivan las personas también se ve afectado, en lugares cálidos y soleados, prefieren colores brillantes y llamativos, en cambio, en lugares fríos y nublados, prefieren colores opacos y con baja saturación. El estado de ánimo de las personas también influye al momento de percibir los colores, como cuando ocurre algún incidente o problema que puede llegar a preocuparles y deprimirlos, tal vez en esta situación tiendan a captar colores más tenues y fríos, en cambio cuando se sientan alegres o satisfechas, tienden a percibir colores más cálidos y claros. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.17.2. Factores fisiológicos.

Pueden existir alteraciones en la cantidad de conos o en el trabajo que ejercen estos, debido a esto la percepción de colores puede variar, como es daltonismo, afectando la percepción del rojo y verde.

Cualquier alteración o patología que pueda sufrir el ojo humano puede cambiar la percepción de colores. La miopía es una de las alteraciones más comunes, en la que da una percepción borrosa de objetos lejanos, a pesar de afectar la visión considerablemente, puede ser corregida con el uso de gafas o lentes de contacto, devolviendo el correcto funcionamiento del ojo, otra opción para su corrección podría ser un tratamiento más invasivo como el quirúrgico.

Personas con miopía van aumentando con el pasar del tiempo, siendo así una estimación para el 2050, con un aumento aproximado de hasta la mitad de la población mundial con esta patología. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.17.3. Metamerismo.

Es el cambio de color de un objeto frente a diferentes tipos de iluminación. Por ejemplo, en odontología, cuando se elige un color de una restauración bajo la iluminación del consultorio, puede verse agradable y aceptable, sin embargo, al salir del consultorio, frente a otro tipo de iluminación, la misma restauración cambia de color. Un color puede absorber los demás colores y reflejar el amarillo con una iluminación en particular, sin embargo, frente a otra iluminación, se absorben los demás colores incluyendo al amarillo y se refleja tonos rojos y verdes, la combinación de estos da como resultado un matiz parecido al amarillo, pero no al amarillo en si, por lo tanto, este cambio puede ser perceptible por el ojo humano, dando lugar al ya mencionado metamerismo. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.17.4. Factores según la edad.

En cuanto a la diferencia de edad, los niños tienen preferencia a los colores puros e intensos. Los adolescentes, entre los que son enérgicos y activos prefieren el rojo, mientras que los más reservados prefieren el azul. Y los adultos mayores, tienen una preferencia alta a los colores claros frente a los oscuros, sin embargo, no les agrada el amarillo. Por otro lado, mientras pasa el tiempo, el cuerpo se va desgastando y perdiendo su afinidad de percepción, por tanto, personas mayores tienen una percepción menor que las que podría tener una persona joven. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.17.5. Factores según el género.

En cuanto a la odontología, para poder determinar el color, las mujeres pueden diferenciar ligeramente mejor el color que los hombres, pero esto no es significativo. (Soldevilla Jiménez, 2014).

3.18. Contraste y entorno.

El contraste, junto con el entorno que existe en la cavidad bucal, crea un efecto visual al momento de querer percibir el color de un objeto, generando diferentes longitudes de onda hacia objetos circundantes y finalmente a nuestros ojos, este efecto es denominado como ilusión óptica. El color en las paredes, en las cortinas, en la ropa del paciente o del operador, en el maquillaje, el suelo, etc. Influyen en la elección de color dental. En la boca, el diente está rodeado por tres segmentos cromáticos importantes, estos son, el límite incisal, que está marcado por el fondo de la cavidad bucal, el límite proximal, que está dado por los dientes adyacentes, y el límite cervical, que está dado por las papilas gingivales.

Estudios Previos.

Autores han investigado la precisión en la selección del color, aportando hallazgos que respaldan la necesidad de incorporar tecnología para mejorar la exactitud cromática. En el estudio de Christiani y Devecchi (2016) destacó que el registro del color mediante métodos instrumentales permite obtener resultados más estandarizados y reproducibles en comparación con la apreciación visual directa, la cual depende en gran medida de la percepción individual del operador. También Radaelli et al. (2013) demostraron que factores ópticos como la translucidez, la fluorescencia y la opalescencia del esmalte y la

dentina influyen significativamente en la percepción del color dental, lo que puede ocasionar discrepancias al utilizar únicamente la observación subjetiva.

Por su parte, Soldevilla Jiménez (2014) señaló que la iluminación ambiental, el contraste y el entorno clínico alteran la apreciación del color, subrayando que las fuentes de luz con temperaturas cromáticas estandarizadas (entre 5500°K y 6500°K) brindan una mejor percepción visual. Asimismo, Bonafé Cardozo (2020) comparó distintos sistemas de guías de color, concluyendo que la guía Vita System 3D-Master ofrece una cobertura cromática más amplia y una secuencia de selección más precisa que la guía Vita Classical, lo que contribuye a minimizar errores durante la determinación del color.

Así también en un estudio experimental, Delgado (2015) evaluó la técnica Smile Lite frente a la técnica visual convencional, evidenciando que el uso de dispositivos con control lumínico proporciona resultados más consistentes y reproducibles independientemente del operador o del entorno. De manera similar, Schmeling (2017) y Chuquispuma Bustos (2023, 2024) señalaron que la incorporación de espectrofotómetros y lámparas colorimétricas LED mejora la precisión en la selección del color dental, reduciendo la variabilidad causada por la iluminación y el cansancio ocular.

Además, Bernal Flores (2020) analizó la relación entre el color dental y la edad, encontrando una disminución progresiva de la luminosidad y un incremento en la saturación cromática con el envejecimiento, lo que sugiere que la edad del paciente también es un factor determinante en la percepción del color. Finalmente, Cuno Carlos (2022) destacó que la variación en el espesor del esmalte y la dentina influye directamente en la tonalidad y el brillo del diente, reafirmando la importancia.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de estudio

Estudio comparativo de corte transversal.

4.2. Área de estudio

Área de conocimiento de odontología.

4.3. Población de estudio.

Pacientes de las clínicas de Operatoria dental y Clínica de adulto nivel I del área de conocimiento de odontología.

4.4. Muestra

60 pacientes de las clínicas de operatoria dental y clínica de adulto nivel I del área de conocimiento odontología.

4.5. Tipo de muestreo

Muestreo no probabilístico por conveniencia.

4.6. Unidad de análisis

Se utilizó como unidad de análisis el color obtenido al realizar la toma de color en el canino superior derecho de los pacientes en el cual será registrada en una ficha de recolección de datos.

4.7. Criterios de inclusión.

- Todos aquellos pacientes que presentaron su canino superior derecho.
- Que no tuvieran un tratamiento restaurativo previo.
- Ambos sexos.
- Que quisieron participar en el estudio.

4.8. Criterios de exclusión.

- Todos aquellos pacientes que presentaron ausencia de su canino superior derecho.
- Tratamientos restaurativos estéticos previos como coronas, carillas y restauraciones.
- Piezas con lesiones dentales cariosas y no cariosas.
- Pacientes con ortodoncia.
- Pacientes que no quisieron participar en el estudio.

4.9. Recolección de datos.

De forma inicial se llevó a cabo un estudio piloto a pacientes que fueron seleccionados de manera aleatoria, para validar nuestro instrumento de recolección de datos.

La recolección de datos se realizó mediante la toma de color dental utilizando la guía colorimetría de VITA System 3D MÁSTER, se tomó primero la técnica visual directa

fuera de las clínicas, a luz natural y luego con la lámpara colorimétrica dentro de las clínicas. Se realizó la calibración de la técnica y del instrumento con el tutor responsable. Se determinó el color del diente canino superior derecho (1.3), y el colorímetro con el que se evaluará fue el Vita system 3D MÁSTER.

Para hacer la técnica se retiró lápiz labial, maquillaje o algún artefacto en el rostro y cuello que pueden ser distractores. Se selecciono la guía del colorímetro semejantes al diente a observar (tercio medio). Y se colocaron las guías en el borde incisal del diente a observar (bis a bis), luego se observó una distancia de 50cm aproximadamente (el largo del brazo) para determinar el color en un tiempo de 5 segundos máximo.

Esta técnica se realizó bajo luz ambiente a lo largo del día según el turno de cada grupo de pacientes que asistieron a clínica.

Técnica con lámpara colorimétrica TRI SPECTRA LED.

Para la obtención del color con esta técnica se colocaron las guías más parecidas y cercanas al color del diente se posicionaron bis a bis estando al mismo nivel de las guías y del diente a evaluar (tercio medio). Todo esto realizado en una iluminación en interior de dentro de las clínicas.

Materiales utilizados.

- Guía de color VITA SYSTE 3D MÁSTER.
- Guantes desechables.
- Mascarillas.
- Lámpara colorimétrica TRI SPECTRA Ligth.

4.10. Aspectos éticos.

Se tomaron en cuenta los criterios de la declaración de Helsinsky (2013) que tratan de proteger los derechos humanos de las personas sometidas a investigación. Los criterios por tomar en cuenta aquí son los siguientes:

No maleficencia

A ningún participante se le afectará su integridad física, psicológica social o espiritual y se tratará de protegerlos al máximo, aunque esto implique la no participación en nuestra investigación.

Consentimiento informado

Se solicitó la participación voluntaria de las personas en el estudio, explicándoles los objetivos y utilidad de la investigación.

Autonomía

Cada persona tuvo la libertad de retirarse del estudio cuando él lo considere conveniente, además tuvo el derecho a decidir si permitirá que la información brindada durante el tiempo que participe podría ser usada o no.

Anonimato.

Se explicó a cada uno de los participantes que no se tomaron datos que puedan poner en riesgo su integridad.

Confidencialidad.

La información que obtuvimos fue manejada únicamente por el equipo investigador y será usada solo para fines de estudio.

4.11. Procesamiento de datos.

Los resultados obtenidos fueron llevados y procesados en el programa de SPSS Statistics 24 para realizar análisis descriptivos en las variables en estudios.

V. RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo comparar la selección del color dental mediante la técnica visual directa y el uso de la lámpara colorimétrica TRI Spectra LED, utilizando como diente de referencia el canino superior derecho en diferentes momentos del día (09:00 AM, 11:00 AM y 3:00 PM).

Tabla 1. *Diferencia entre lámpara colorimétrica y técnica visual directa a las 9 am.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No hubo ningún cambio	15	25%	25%	25%
Hubo cambio de color	45	75%	75%	100%
Total	60	100%	100%	

Fuente: elaboración propia

Los resultados reflejaron una clara discrepancia entre ambas técnicas, evidenciando mayor precisión, estabilidad y reproducibilidad con el uso de la lámpara colorimétrica frente a la variabilidad mostrada por la técnica visual directa. Los datos obtenidos mostraron que, a las 09:00 AM, el 75% de los pacientes presentó un cambio de color al comparar ambas técnicas, mientras que el 25% coincidió en la elección.

Tabla 2. *Diferencia entre lámpara colorimétrica y técnica visual directa a las 11 am.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No hubo cambio de color	10	16.7%	16.7%	16.7%
Hubo cambio de color	50	83.3%	83.3%	100%
Total	60	100%	100%	

Fuente: elaboración propia

A las 11:00 a.m., los resultados muestran una marcada diferencia entre la lámpara colorimétrica y la técnica visual directa, evidenciando que el 83.3% de los casos presentaron cambio de color al comparar ambas técnicas, mientras que solo el 16.7% no mostró variación.

Tabla 3. *Diferencia entre lámpara colorimétrica y técnica visual directa a las 3 pm.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No hubo cambio de color	11	18.3%	18.3%	18.3%
Hubo cambio de color	49	81.7%	81.7%	100%
Total	60	100%	100%	

Fuente: elaboración propia

A las 3:00 p.m., los datos evidencian que la coincidencia entre la lámpara colorimétrica y la técnica visual directa continúa siendo limitada, ya que únicamente el 18.3% de los participantes mostró ausencia de variación en la determinación del color

dental. En contraste, la gran mayoría, equivalente al 81.7% A las 3:00 PM, la diferencia se mantuvo elevada con un 81.7% de casos con cambios.

Tabla 4. *Diferencia entre las 3 horas con la técnica visual directa vs lámpara colorimétrica.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si hubo cambio de color	60	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia

Se evidencia que el 100% de las muestras analizadas presentaron un cambio de color al comparar la técnica visual directa con la lámpara colorimétrica en las 3 horas establecidas, lo cual indica una diferencia significativa en la percepción y detección cromática entre ambos métodos.

Tabla 5. *Diferencia entre las 3 horas utilizando técnica visual directa.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si cambio de color	60	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia

Al evaluar el comportamiento de cada técnica durante el transcurso del día, se evidenció que: Con la técnica visual directa, el 100% de los pacientes mostró variación en la elección del color entre las tres horas evaluadas.

Tabla 6. *Diferencia entre las 3 horas utilizando lámpara colorimétrica.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No hubo cambio de color	60	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran que el 100% de los pacientes no presento una variación en la elección del color en las tres horas evaluadas con la lámpara colorimétrica.

Tabla 7. *Diferencia entre las 9am y 11am utilizando técnica visual directa.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No cambio de color	7	11.7%	11.7%	11.7%
Si hubo cambio de color	53	88.3%	88.3%	100%
Total	60	100%	100%	

Fuente: elaboración propia.

En la evaluación de los cambios cromáticos observados mediante la técnica visual directa se evidenció una variación progresiva en el porcentaje de muestras que presentaron alteración del color a lo largo del tiempo. En el intervalo comprendido entre las 9 a.m. y las 11 a.m., el 88.3% de las muestras mostró cambio de color, mientras que un 11.7% permaneció sin variación, lo que indica una respuesta inicial moderada a las condiciones de exposición.

Tabla 8. *Diferencia entre las 11am y las 3pm utilizando técnica visual directa.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No hubo cambio	6	10%	10%	10%
Hubo cambio de color	54	90%	90%	100%
Total	60	100%	100%	

Fuente: elaboración propia.

Al comparar las mediciones entre las 11 a.m. y las 3 p.m., el porcentaje de cambio aumentó a 90%, reduciéndose los casos sin modificación a un 10%, lo que sugiere una intensificación de la alteración cromática conforme transcurre el tiempo.

Tabla 9. *Diferencia entre las 9AM y las 3PM utilizando técnica visual directa.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No hubo cambio de color	5	8.3%	8.3%	8.3%
Hubo cambio de color	55	91.7%	91.7%	100%
Total	60	100%	100%	

Fuente: elaboración propia.

En el análisis entre las 9 a.m. y las 3 p.m. se observó que el 91.7% de las muestras presentó cambio de color frente a un 8.3% sin variación, evidenciando una tendencia creciente y consistente en la modificación del color.

VI. DISCUSIÓN

La determinación precisa del color dental constituye un desafío constante en la odontología estética, dado que la percepción cromática está sujeta a múltiples variables que pueden alterar la selección del tono ideal. Factores como la iluminación, el estado visual del operador y la metodología empleada influyen directamente en la exactitud del resultado final, lo que convierte este proceso en una combinación de arte y ciencia. En este contexto, la comparación entre la técnica visual directa y el uso de lámpara colorimétrica adquiere especial relevancia, ya que permite evidenciar las limitaciones de la apreciación subjetiva frente a la objetividad instrumental, aportando información crucial para optimizar la precisión y reproducibilidad en la práctica clínica odontológica.

El análisis de los datos reveló una notable diferencia en la determinación del color dental entre las técnicas evaluadas, resaltando que la lámpara colorimétrica proporcionó resultados más exactos, consistentes y confiables en comparación con la técnica visual directa. A las 09:00 AM, el 75% de los pacientes presentó discrepancias entre ambos métodos; al mediodía, estas aumentaron al 83.3%, y a las 3:00 PM se mantuvieron en un 81.7%, evidenciando la inestabilidad de la técnica visual frente a la precisión ofrecida por el método colorimétrico. Este comportamiento sugiere que la técnica visual directa está altamente influenciada por factores ambientales y humanos, como la luz natural cambiante, el cansancio ocular y la subjetividad del operador, como lo señala Mejía Gutiérrez et al. (2009), quienes afirman que la percepción del color dental puede variar según la hora del día, la iluminación y la condición visual del profesional.

Los resultados demostraron que el 100% de las muestras presentó diferencias de color al comparar la técnica visual directa con la lámpara colorimétrica, evidenciando una

marcada discrepancia en la percepción cromática entre ambos métodos. Además, se observó que la técnica visual mostró variaciones en el 100% de los casos a lo largo del día, Esto coincide con los hallazgos de Bonafé Cardozo (2019), quien indica que las alteraciones visuales como la miopía e hipermetropía afectan directamente la percepción cromática, acentuando el carácter subjetivo de la técnica visual.

En contraste, al usar la lámpara colorimétrica, el 100% de los pacientes mantuvo el mismo color durante todo el día, lo que demuestra una alta estabilidad en la medición del color dental. Esta consistencia coincide con lo descrito por Chuquispuma Bustos (2023), quien destaca la superioridad de dispositivos como espectrofotómetros y lámparas LED en la obtención de resultados objetivos y reproducibles.

Los resultados obtenidos en la evaluación de los cambios cromáticos mediante la técnica visual directa evidenciaron una variación progresiva en el color dental conforme aumentó el tiempo de exposición, mostrando que entre las 9 a.m. y 11 a.m. el 88.3 % de las muestras presentó alteraciones perceptibles, porcentaje que se incrementó hasta el 90% entre las 11 am y 3 pm, y al final un porcentaje de 91.7 % entre las 9 a.m. y las 3 pm. Estos hallazgos reflejan una tendencia creciente y consistente en la modificación del color dental bajo condiciones controladas de exposición. Estos resultados coinciden con lo reportado por Ccuno Carlos (2022), quien en su estudio con alumnos de odontología observó que la técnica visual directa permite detectar variaciones cromáticas progresivas, especialmente cuando se incrementa el tiempo de observación y la intensidad lumínica. De igual forma, Bernal Flores (2020) encontró que los factores ambientales y el horario de observación influyen directamente en la percepción del color,

respaldando la importancia del control de iluminación y del tiempo de exposición en las evaluaciones clínicas.

Por otro lado, los resultados también se alinean con lo expuesto por Macchi (2007) y Barrancos et al (2006), quienes subrayan que la percepción del color dental no solo depende de las condiciones ópticas del diente, sino también de la interacción con la luz y el entorno visual, reforzando la necesidad de estandarizar las condiciones de observación. Finalmente, la tendencia creciente observada en el presente estudio coincide con lo planteado por Schmeling (2017), quien describe que la reproducción del color dental presenta una variabilidad sistemática con el tiempo de exposición, especialmente en técnicas visuales sin apoyo instrumental.

Los hallazgos del presente estudio coinciden ampliamente con el trabajo de *Christiani y Devecchi (2016)*, quienes sostienen que los instrumentos tecnológicos permiten eliminar los errores subjetivos de la visión humana, facilitando una mejor comunicación entre clínico y laboratorio dental. Además, en el estudio de *Chykanovskyy et al (2016)*, se remarca la necesidad de integrar un enfoque multidisciplinar en los procedimientos estéticos dentales, recomendando el uso de herramientas colorimétricas para optimizar los resultados visuales en restauraciones y prótesis. En un contexto académico, Ccuno *Carlos (2022)* demostró que incluso entre estudiantes avanzados de odontología, la técnica visual directa presenta un alto grado de variabilidad en la elección del color, lo cual refuerza la importancia de incorporar medios digitales o instrumentales para reducir el margen de error. Limitaciones del estudio Una de las principales limitaciones de este estudio fue la influencia inevitable de la iluminación ambiental, especialmente al utilizar la técnica visual directa. También debe considerarse la posible

variación en la percepción del operador, así como el hecho de que no se estratificó a los participantes según experiencia o condición visual.

VII. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que la técnica visual directa presenta una marcada variabilidad en la selección cromática, mostrando discrepancias significativas al ser comparada con la lámpara colorimétrica en todos los horarios evaluados. A las 9:00 AM, el 75% de los pacientes presentó cambios de color entre ambas técnicas; a las 11:00 AM, el 83.3%; y a las 3:00 PM, el 81.7%. En total, se observó que ninguno de los pacientes mantuvo una coincidencia absoluta entre los métodos en las tres tomas realizadas.

Estos hallazgos sugieren que la técnica visual directa, al depender de la percepción subjetiva del clínico y de factores externos como la iluminación ambiental y la fatiga visual, carece de la precisión y reproducibilidad necesarias para garantizar resultados consistentes. En contraste, la lámpara colorimétrica se presenta como una herramienta más objetiva y estandarizada, capaz de reducir la variabilidad y aportar mayor confiabilidad en la determinación del color dental.

En consecuencia, los resultados respaldan la recomendación de incorporar tecnologías de apoyo, como la lámpara colorimétrica, en la práctica clínica cotidiana, con el fin de optimizar la exactitud en la selección cromática y mejorar los resultados estéticos en los tratamientos odontológicos.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Estandarizar las condiciones de iluminación: Se sugiere controlar el tipo de luz empleada durante la toma de color, ya que la intensidad y el espectro lumínico influyen directamente en la percepción visual y en el desempeño de los dispositivos colorimétricos.

2. Ampliar el número de observadores: Se recomienda incluir varios odontólogos en la técnica visual directa con el fin de evaluar la concordancia interobservador y minimizar el sesgo subjetivo.

3. Complementar con guías de color estandarizadas: La utilización de guías cromáticas reconocidas internacionalmente, como la VITA Classical o la VITA 3D-Máster, puede servir como punto de referencia adicional para validar los resultados obtenidos.

4. Considerar el impacto clínico: Finalmente, se recomienda discutir las implicaciones de los hallazgos en la práctica odontológica, resaltando la importancia de una selección de color precisa para mejorar los resultados estéticos y funcionales de las restauraciones.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrancos, Mooney, J. y Barrancos, P. J. (2006). *Operatoria dental: Integración clínica* (4a ed.). Editorial Médica Panamérica.
- Bernal Flores, M. A. (2020). Evaluación del color dental en la población de monterrey y área metropolitana [Masters, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/21900/>
- Bersezio, C., Oliveira Junior, O. B. [UNESP, Vildósola, P., Martín, J., Fernández, E., Angel, P., Estay, J., & Corral, C. (2013). *Instrumentación para el registro del color en odontología*. <http://hdl.handle.net/11449/125955>
- Bonafé Cardozo, N. (2020). Estudio clínico sobre la influencia de las alteraciones visuales (Miopía e hipermetropía) en la percepción del color dental. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/10853>
- Ccuno Carlos, M. A. (2022). Elección del color dental con la técnica visual directa de alumnos de quinto año de la Facultad de Odontología de la U.C.S.M., Arequipa 2022. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12071>
- Christiani, J. J., & Devecchi, J. R. (2016). Color: Consideración en odontología e instrumentos para el registro. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*, 2016, vol. 5, no 2, p. 10-15. <http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/51089>
- Chuquispuma Bustos, L. C. (2024). Estudio clínico del color dental en la población de la Comunidad de Madrid mediante espectrofotómetro y cámara digital. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/101959>
- Chykanovskyy, V., Guerrero González, M., & Santabárbara Serrano, J. (with Universidad de Zaragoza). (2016). *Estudio sobre la percepción del color en odontología y abordaje multidisciplinar con enfoque estético de un caso clínico*. Universidad de Zaragoza.
- Gutiérrez, A. M., Ballinas Solís, A., & Ledesma Montes, C. (2009). Algunos aspectos que influyen para igualar el color dental. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 66(3), 44-49.
- Lafuente, D. (2008). Física del Color y su utilidad en Odontología. *Revista Científica Odontológica*, 4(1), 10-15. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324227908003>
- Macchi, R. L. (2007). *Materiales dentales* (4a ed.). Editorial Médica Panamericana.

- Mosquera hoyos, alex javier. (2009). Color e ilusión. Ces Odontologia.
- Ortiz Zamora, F. G. (2002). Procesamiento morfológico de imágenes en color: aplicación a la reconstrucción geodésica.
- Radaelli, M. T. B., Schuhb, C., Federizzi, L., Bacchi, A. y Spazzinb, A. O. (2013). Propiedades ópticas relacionadas à estética dental. Revista de Investigaciones Orales, 1(1), 22. <https://doi.org/10.18256/2238-510X/j.oralinvestigations.v1n2p22-27>
- Santos, A. d. (2010.). La teoria del color. En A. d. Santos, *FUNDAMENTOS VISUALES* 2 (págs. 2-3). Peru.: Grupo IDAT, Diseño Gráfico.
- Schmeling Dds, Ms, PhD, M. (2017). Selección y reproducción del color en odontología. Parte 3: Combinación de tonos visual e instrumental. *Odovtos - Revista Internacional de Ciencias Dentales*, 19(1), 23. <https://doi.org/10.15517/ijds.v0i0.28083>
- Soldevilla Jiménez, M. (2014). Evaluación de la concordancia de tres métodos de registro de color dental: Guía dentaria, luz polarizada y espectrofotometría. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/36474>
- Zhu, J., Zhao, Y. y Zhu, H. (1998). [Medición del color in vivo de 410 dientes anteriores maxilares sanos]. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi = Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi = Revista China de Estomatología, 33(5), 297-299.

X. ANEXOS

1. Operacionalización de variables.

Variable	Subvariables.	Concepto	Guía de color.	Tipo.
Color obtenido al usar la técnica visual directa.	9 de la Mañana.	Color del órgano dental.	Guía de color.	Cualitativo.
	11 de la mañana.		VITA SYSTEM 3D MÁSTER.	
Color obtenido lámpara colorimétrica oral TRI Spectra LED.	3 de la tarde.			

2. Ficha de recolección de datos

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE METODOS DE SELECCIÓN DE COLOR USANDO TECNICA VISUAL DIRECTA VS LAMPARA COLOMETRICA.

TOMA DE COLOR

Color	Técnica visual directa			Técnica con lámpara colorimétrica		
	9	1	3	9	11	3
1M1						
1M2						
2L1.5						
2L2.5						
2M1						
2M2						
2M3						
2R1.5						
2R2.5						
3L1.5						
3L2.5						
3M1						
3M2						
3M3						
3R1.5						
3R2.5						
4L1.5						

4L2.5						
4M1						
4M2						
4M3						
4R1.5						
4R2.5						
5M1						
5M2						
5M3						

3. Autorización



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, León (UNAN-León)
FUNDADA EN 1812

AREA DE CONOCIMIENTO ODONTOLOGIA
REGISTRO ACADÉMICO

León, 15 de agosto de 2025

Dr. Walter Salazar Salgado
Coordinador de Clínicas Odontológicas del
Área de Conocimiento Odontología.
Su despacho.

Estimado Doctor Salazar:

La suscrita Responsable de Registro Académico del Área de Conocimiento de Odontología, por este medio hace constar que los bachilleres Erick José Rodríguez Ortega carnet 20-00924-0, Johamy Noreliz Narváez Luna carnet 20-03073-0 y Cristopher Alexander Pastora Murillo carnet 20-02089-0, son estudiantes activos de quinto año de la Carrera de Odontología, actualmente está realizando su investigación sobre el tema: **"Estudio comparativo entre métodos de selección de color usando técnica visual directa vs lámpara colorimétrica"**, el que está bajo la tutoría del MSc Walter Salazar Salgado docente del área de Restaurativa de esta área de conocimiento.

Por lo anterior, le solicito su colaboración para que los bachilleres puedan ingresar a las Clínicas Multidisciplinarias durante el período del 18 al 29 de agosto/2025 para la recolección de datos de su trabajo de investigación.

A solicitud de parte interesada, extiendo la presente, en la ciudad de León República de Nicaragua, a los quince días del mes de agosto del año dos mil veinticinco.

Atentamente,

Dra. Alicia Santana Espinoza Palma
Responsable de Registro Académico
Área de Conocimiento de Odontología
UNAN-León

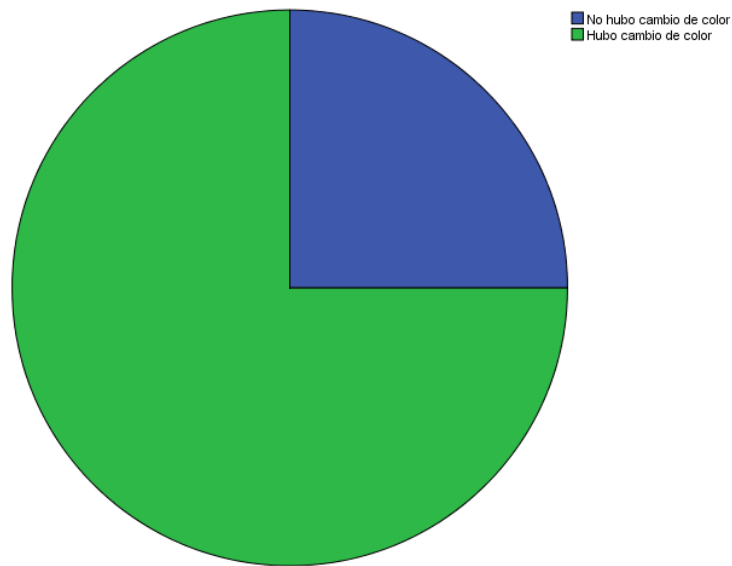
Cc. Archivo.



2025: 46/19 Siempre más allá! avanzamos en la Revolución!

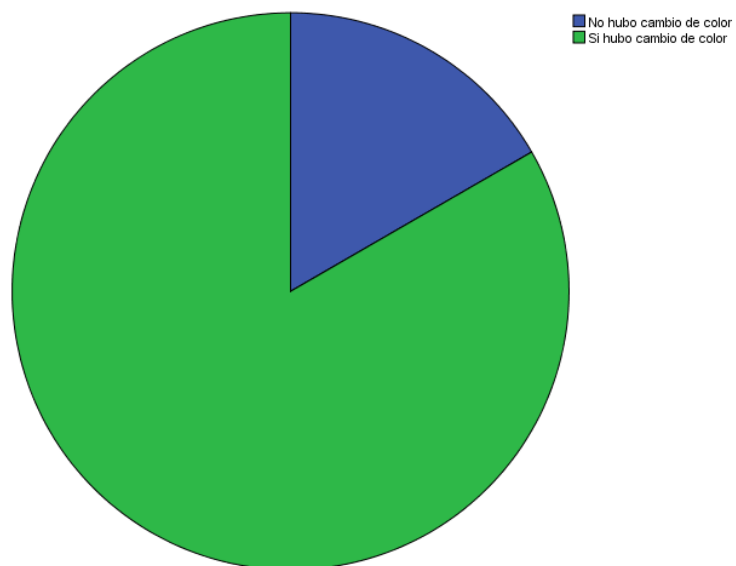
4. Gráficos

Figura 1. Diferencia entre lampara colorimétrica y técnica visual directa a las 9 am.



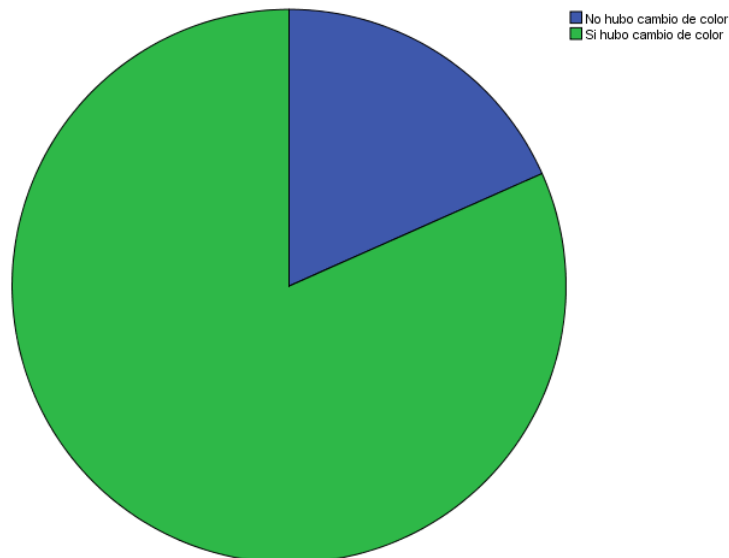
Los datos obtenidos mostraron que, a las 09:00 AM, el 75% de los pacientes presentó un cambio de color al comparar ambas técnicas, mientras que el 25% coincidió en la elección.

Figura 2. Diferencia entre lámpara colorimétrica y técnica visual directa a las 11 am.



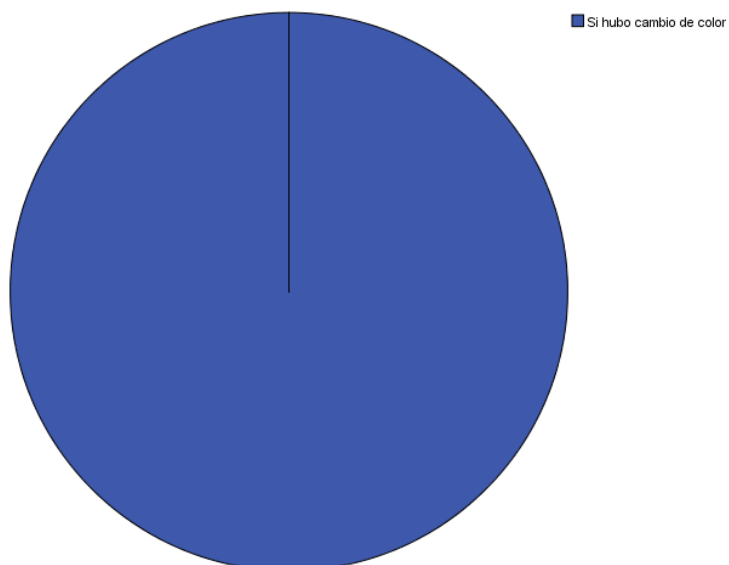
El 83.3% evidenció que hubo cambio de color, mientras el 16.7% mostro que no hubo cambio.

Figura 3. Diferencia entre lámpara colorimétrica y técnica visual directa a las 3 pm.



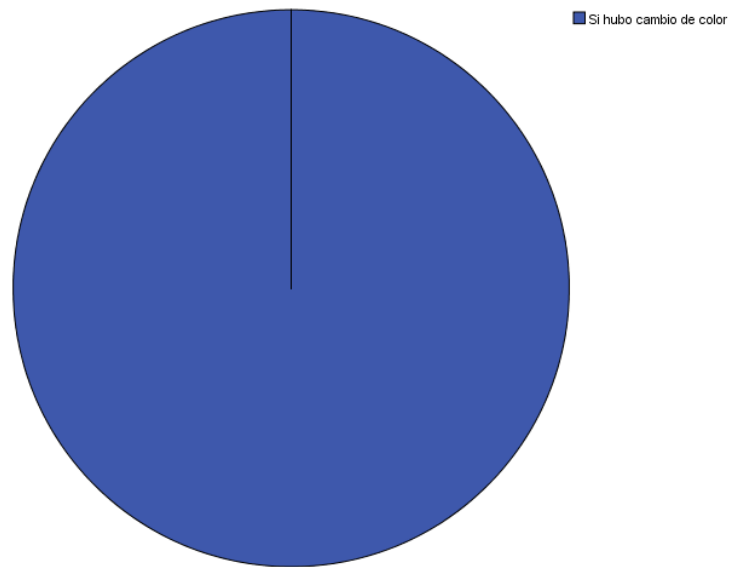
A las 3:00 PM, la diferencia se mantuvo elevada con un 81.7% de casos con cambios, mientras el 18.3% no presento cambios de color.

Figura 4. Diferencia entre las 3 horas con la técnica visual directa vs lámpara colorimétrica.



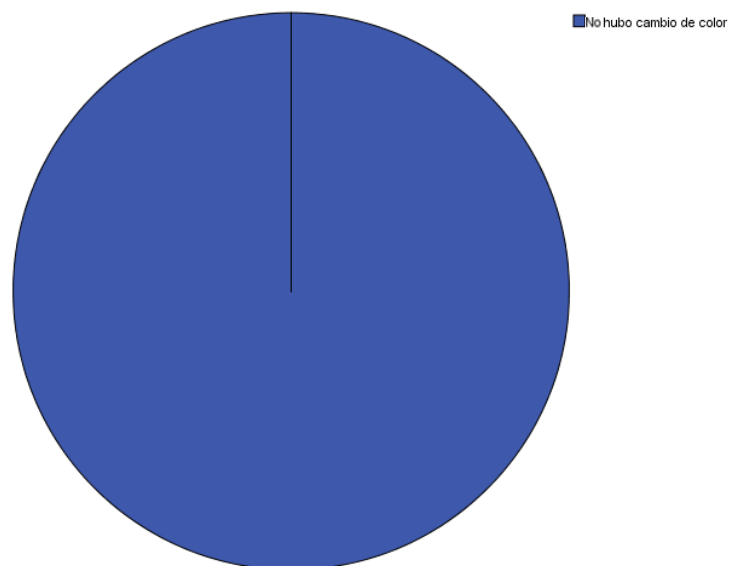
Se evidencia que el 100% de las muestras analizadas presentaron un cambio de color al comparar la técnica visual directa con la lampara colorimétrica en las 3 horas establecidas.

Figura 5. Diferencia entre las 3 horas utilizando técnica visual directa.



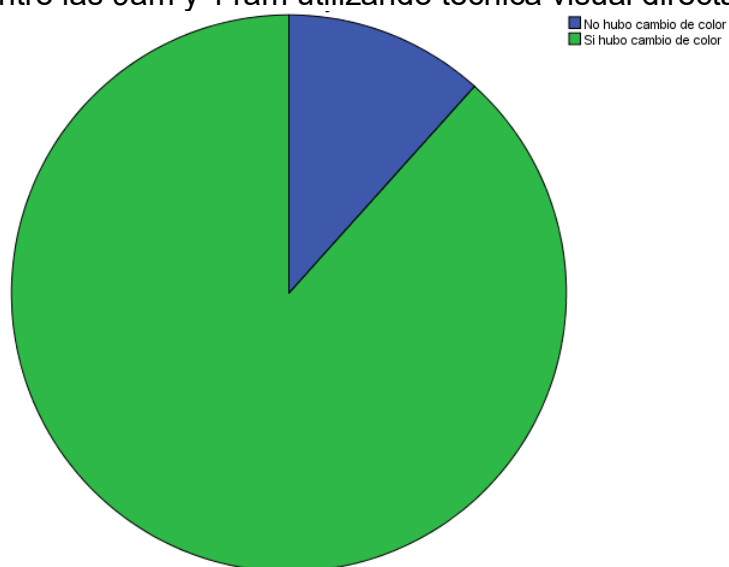
Con la técnica visual directa, el 100% de los pacientes mostró variación en la elección del color entre las tres horas evaluadas.

Figura 6. Diferencia entre las 3 horas utilizando lámpara colorimétrica.



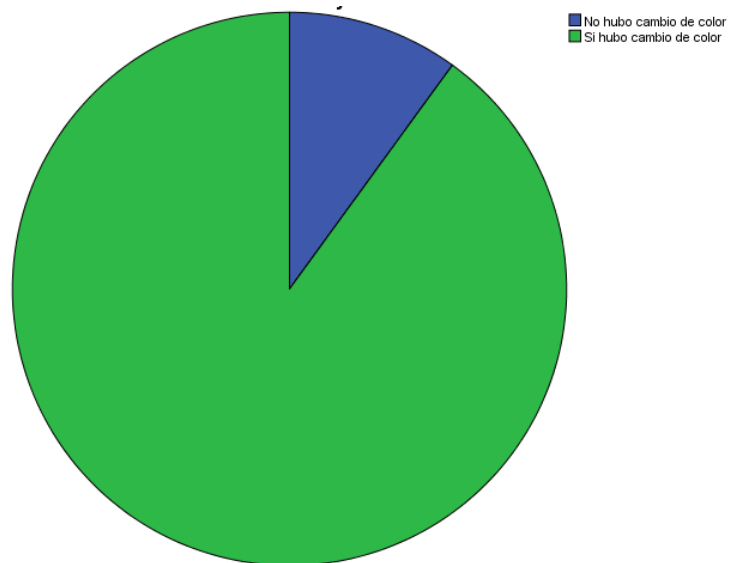
La lámpara colorimétrica mostró que el 100% de los pacientes no presentó una variación en la elección del color en las tres horas evaluadas.

Figura 7. Diferencia entre las 9am y 11am utilizando técnica visual directa.



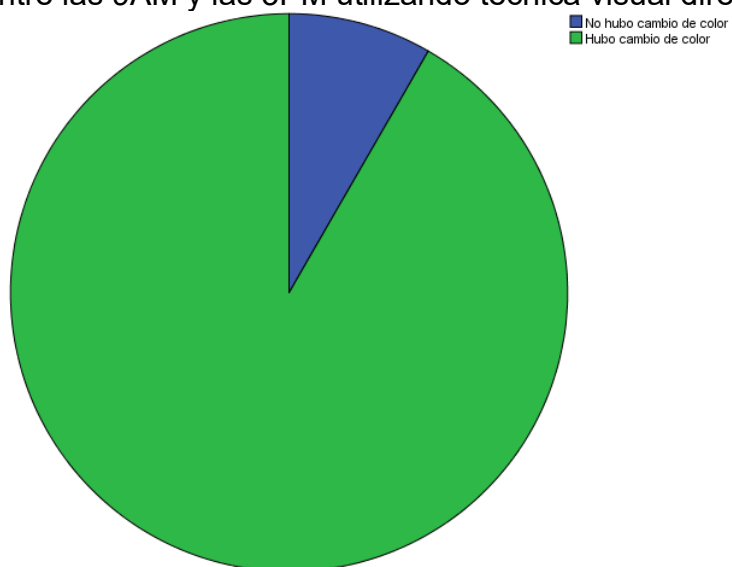
En el intervalo comprendido entre las 9 a.m. y las 11 a.m., el 88.3% de las muestras mostró cambio de color, mientras que un 11.7% permaneció sin variación.

Figura 8. Diferencia entre las 11am y las 3pm utilizando técnica visual directa.



Al comparar las mediciones entre las 11 a.m. y las 3 p.m., el porcentaje de cambio aumentó a 90%, reduciéndose los casos sin modificación a un 10%.

Figura 9. Diferencia entre las 9AM y las 3PM utilizando técnica visual directa.



En el análisis entre las 9 a.m. y las 3 p.m. se observó que el 91.7% de las muestras presentó cambio de color frente a un 8.3% sin variación.

5. Fotografías

