



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA
ÁREA DE OPERATORIA

“ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN Y FRECUENCIA DE COLOR DENTAL
SEGÚN EDAD Y SEXO UTILIZANDO ESPECTROFOTÓMETRO EN GRUPO DE
PACIENTES DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE”

Soledad Araya Olivares

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Roque Arias Fredes

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Pablo Angel Aguirre

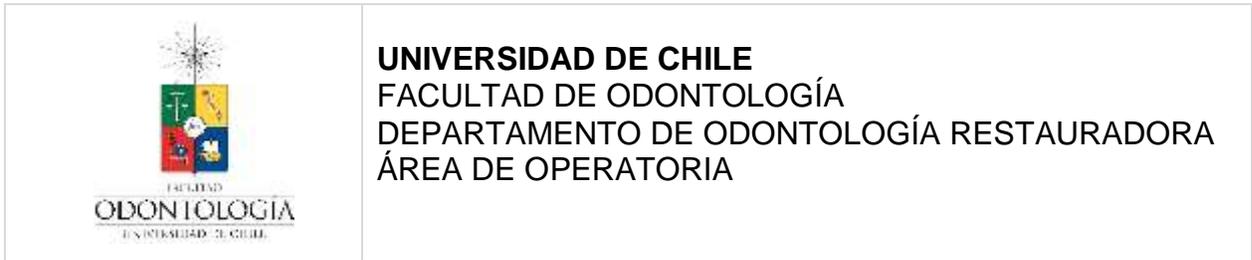
Dr. Cristián Salgado González

ASESOR

Dr. Javier Martín R.

Adscrito a Proyecto PRI-ODO 15/003

Santiago – Chile 2018



“ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN Y FRECUENCIA DE COLOR DENTAL SEGÚN EDAD Y SEXO UTILIZANDO ESPECTROFOTÓMETRO EN GRUPO DE PACIENTES DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE”

Soledad Araya Olivares

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

TUTOR PRINCIPAL

Prof. Dr. Roque Arias Fredes

TUTORES ASOCIADOS

Prof. Dr. Pablo Angel Aguirre

Dr. Cristián Salgado González

ASESOR

Dr. Javier Martín R.

Adscrito a Proyecto PRI-ODO 15/003

Santiago – Chile 2018

DEDICATORIA

A mi madre, mi pilar, mi luz
y mi inspiración.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por el apoyo incondicional y por la total confianza depositada en mí durante este proceso.

A mi madre, por la comprensión en toda circunstancia, por la compañía en cada momento, por el sacrificio entregado para hacer de este sueño una realidad.

A mis amigos, por compartir las risas, los llantos, las alegrías y las penas que surgieron en el camino.

A las niñas de la pensión, por escuchar problemas que poco entendían, por compartir sus propias historias, por los momentos que se vivieron como familia.

A mi pareja y su familia, por todo su cariño, por la paciencia y el apoyo, especialmente durante la elaboración de este trabajo.

A mis tutores de tesis: Dr. Cristián Salgado y Dr. Roque Arias, por su apoyo durante el desarrollo de este trabajo, al Dr. Javier Martín por su excelente disposición, y en especial al Dr. Pablo Ángel, por su guía, su buena voluntad e infinita paciencia.

ÍNDICE

Resumen	8
Introducción	9
Color	12
Concepto de Color	12
Modelos de color	12
1. Modelo de color de Munsell	12
2. Modelo de color CIE Lab	14
3. Modelo de color CIE LCh	14
Color en la odontología	15
Percepción del color dental	16
1. Factores ambientales	17
a. Fuente de luz	17
b. Posición del paciente	17
c. Color del ambiente	18
2. Factores asociados al observador	18
a. Defectos en la visión del color	18
b. Fatiga ocular	19
c. Experiencia profesional	19
d. Sexo	20
3. Factores asociados al diente	20
a. Esmalte	21
b. Dentina	21
c. Pulpa	22
Otros fenómenos Ópticos asociados al diente	22
1. Translucidez y opacidad	22

2. Fluorescencia	23
3. Opalescencia y contraopalescencia	23
Alteraciones del color dental	23
Medición del color en la odontología	24
1. Método Visual	24
a. Guía de color Vita Classical	25
b. a. Guía de color Vite 3D Master	26
2. Método Instrumental	28
a. Colorímetros	29
b. Espectrofotómetros	29
c. Cámaras digitales	30
Hipótesis y Objetivos	31
Metodología	32
Resultados	38
Discusión	47
Conclusiones	54
Anexos	55
Referencias Bibliográficas	71

RESUMEN

Introducción: El color de los dientes corresponde a un parámetro altamente variable entre las personas, entre los distintos tipos de dientes, e incluso entre las distintas áreas de un mismo diente. La evaluación visual del color dental es un procedimiento rutinario de gran importancia en tratamientos dentales estéticos, sin embargo, es susceptible a una gran cantidad de variables.

Objetivo: Identificar los colores más frecuentes en dientes naturales y su distribución en una muestra de pacientes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile según edad y sexo utilizando espectrofotometría.

Materiales y Método: Fueron seleccionados en forma aleatoria 215 pacientes entre 7 y 81 años, los cuales fueron clasificados según edad y sexo para la medición del color dental en el tercio medio de la cara vestibular de incisivos centrales superiores permanentes. Mediante la utilización del espectrofotómetro SpectraShade Micro™ se registró el color según las nomenclaturas de las guías de color Vita Classical y Vita 3D Master.

Resultados: Los resultados mostraron que el color dental más frecuente en el total de la muestra estudiada corresponde a A2 y 1M2 en escalas Vita Classical y Vita 3D Master respectivamente. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos etarios evaluados. Hombres y mujeres manifestaron frecuencias y distribuciones similares.

Conclusión: Considerando la metodología utilizada y las limitaciones de este estudio, es posible afirmar que el color dental es diferente entre pacientes de FOUCH dependiendo de la edad, pero al mismo tiempo, no muestra diferencias por sexo. La información obtenida puede facilitar el proceso de evaluación visual del color al conocer los colores más frecuentes en los pacientes según edad y sexo.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la odontología ha cambiado significativamente la forma en que ejerce la profesión (American Dental Education Association, 2008). Avances en distintas materias han permitido la optimización de tratamientos conservadores y la introducción de nuevas técnicas de rehabilitación (Kanaparthi y Kanaparthi, 2011). Del mismo modo, el mejor entendimiento de las patologías orales ha favorecido el desarrollo de prácticas preventivas, provocando al mismo tiempo un cambio en el perfil del paciente que acude a la atención dental (Splieth y cols., 2016); (Twetman y Keller, 2016).

Actualmente las necesidades y expectativas del paciente son más complejas que en el pasado (Akarslan y cols., 2009). El cuadro clínico ha cambiado y hoy existen diversas alternativas de tratamiento para las diferentes patologías orales u otras condiciones que pueden aquejar a los pacientes (Kanaparthi y Kanaparthi, 2011). Por otro lado, el componente estético ha adquirido mayor importancia con el paso del tiempo y ha determinado un aumento en la demanda de los tratamientos capaces de mejorarlo (Žagar y cols., 2011); (Bautista, 2017).

Aunque los motivos que llevan a los pacientes a solicitar este tipo de atención son diversos, su principal objetivo es uno: mejorar la apariencia de sus dientes (Dudea y cols., 2012). Numerosos estudios han reportado un gran porcentaje de personas disconformes con el aspecto de sus dientes (Hassel y cols., 2017); (Joiner y cols., 2008); (Tin-Oo y cols., 2011). Entre los parámetros que muestran mayor descontento, el color destaca por sobre los demás, sin embargo, esta percepción está influenciada fuertemente por la edad. La población más joven tiende a dar mayor importancia a la apariencia y prefiere colores más claros (Akarslan y cols., 2009). De manera similar, cuando los pacientes juzgan el éxito de una restauración, el color es considerado como uno de los parámetros más determinantes; un estudio reveló que diferencias de color entre la restauración y el diente causan alto grado de disconformidad, representa un

defecto no aceptable y en muchas ocasiones es la causa del recambio de la restauración (Della Bona y cols., 2009).

Sin duda, la evaluación y selección del color se han vuelto una parte importante en el proceso de rehabilitación (Salman y cols., 2011). Es un objetivo tanto para el paciente como para el profesional alcanzar un mimetismo perfecto con los tejidos o los dientes adyacentes cuando se realiza algún tipo de rehabilitación, de manera que estas intervenciones se vean naturales o en concreto, que no puedan ser percibidas (Joiner y cols., 2008). Sin embargo, la evaluación del color dental puede resultar una tarea particularmente difícil (Bersezio y cols., 2014).

Los dientes presentan un cromatismo complejo, atribuido en gran medida a su composición estructural (Lee, 2015). Los tres tejidos principales que componen el diente corresponden al esmalte, la dentina y la pulpa (Pecho y cols., 2012). Cada una de estas estructuras posee propiedades ópticas diferentes, y presentan distinta composición, distribución y volumen en la corona dental (Eimar, 2012). En conjunto, estas características determinan el carácter policromático y no homogéneo de los dientes (Meller y Klein, 2012).

Para poder evaluar el color de los dientes se han desarrollado distintos métodos y protocolos. Éstos pueden ser clasificados en dos categorías principales: visuales e instrumentales (Stevenson, 2009).

El método de evaluación visual es el sistema más utilizado en el campo clínico (Lee y cols., 2010). A través de este método se obtiene la información cromática esencial de manera rápida, económica y sin la necesidad de equipos sofisticados (Gómez-Polo y cols., 2014). La información es expresada en la nomenclatura de las guías de color de uso más extendido, lo que facilita el entendimiento con laboratorios (Martínez y cols., 2014). Sin embargo, corresponde a un sistema subjetivo poco confiable e impreciso (Agrawal y Kapoor, 2013). Este método es susceptible a la percepción personal de cada observador y puede verse alterado por diversos factores (Igiel y cols., 2016).

El método instrumental en cambio utiliza dispositivos que describen el color dental por medio de coordenadas (Lehmann, 2017). El uso de este método permite obtener mediciones de manera consistente y fiable, independiente de la capacidad visual del examinador (Bersezio y cols., 2014). Sin embargo, los dispositivos utilizados para este propósito, como colorímetros, espectrofotómetros y cámaras fotográficas, pueden tener un alto valor económico (Stevenson, 2009).

En la formación universitaria del odontólogo general, el color dental es uno de los temas más descuidados. El método instruido para la evaluación cromática es el visual, y como se ha mencionado, es un sistema impreciso susceptible a múltiples variables. Un mayor entendimiento del tema podría mejorar considerablemente el desempeño del profesional.

El principal objetivo de este estudio es determinar la distribución y frecuencia del color dental en un grupo representativo de pacientes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. La evaluación objetiva del color de los dientes con espectrofotómetro en dicha población según edad y sexo puede proporcionar información relevante que facilite el proceso de evaluación visual del color a estudiantes y profesores. El conocimiento de los colores más frecuentes en los pacientes permite tener una referencia que hace de la selección de color una tarea más sencilla, sistemática y ordenada. De la misma forma, la información obtenida permite mejorar administración de recursos y establece un antecedente para futuras investigaciones de un tema que cada vez cobra más importancia en la atención dental y en la vida cotidiana de las personas.

MARCO TEÓRICO

CONCEPTO DE COLOR

El color es un fenómeno físico complejo que resulta de la interacción entre tres elementos esenciales: la luz, un objeto y un observador (Johnston, 2009). La luz es un tipo de energía que se propaga en ondas electromagnéticas de distinta longitud y de las cuales sólo un limitado rango es visible (Figura 1) (Giesel y Gegenfurtner, 2010). Cuando estas ondas inciden en un objeto, parte de ellas son reflejadas al medio y percibidas por el observador (Young y Roger, 2009).

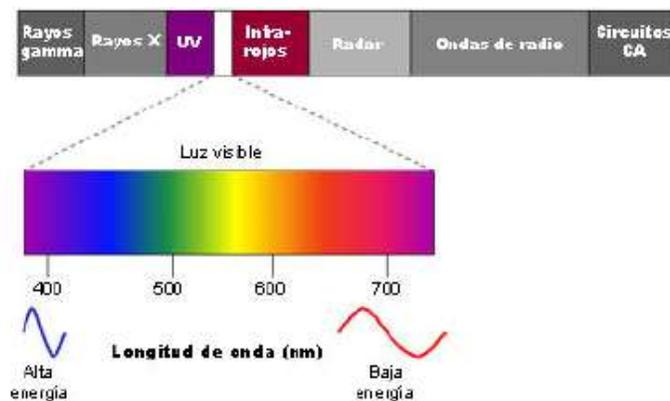


Figura 1: Espectro de luz visible (Gómez-Polo, 2012).

MODELOS DE COLOR

A través del tiempo se han desarrollado múltiples sistemas con el objetivo de definir el color como un parámetro medible (Ibraheem y cols., 2012). Estos sistemas son conocidos como modelos o espacios cromáticos (Riascos, 2015); (Su y Fang, 2015). Entre los principales se encuentra:

1. Espacio cromático de Munsell

Creado en 1905, el modelo de color de Munsell corresponde a uno de los sistemas de organización del color más aceptados actualmente (Agrawal y Kapoor, 2013). Este modelo se basa en la percepción visual del color y lo describe

a partir de tres componentes conocidos como atributos o dimensiones del color (Lee y cols., 2010):

- El matiz, tono o hue (H) se relaciona con longitudes de onda de luz reflejadas, diferenciando unos colores de otros (rojo, violeta, azul...).
- El valor, claridad o value (V) se define por la cantidad de blanco y negro. Se asocia a la claridad / oscuridad.
- La intensidad, saturación o chroma (C) representa la cantidad de color presente.

El modelo de Munsell mide las tres dimensiones asignando una coordenada a cada atributo y al ser escritas en orden H V/C, el color es expresado en nomenclatura de Munsell (Bersezio y cols., 2014).

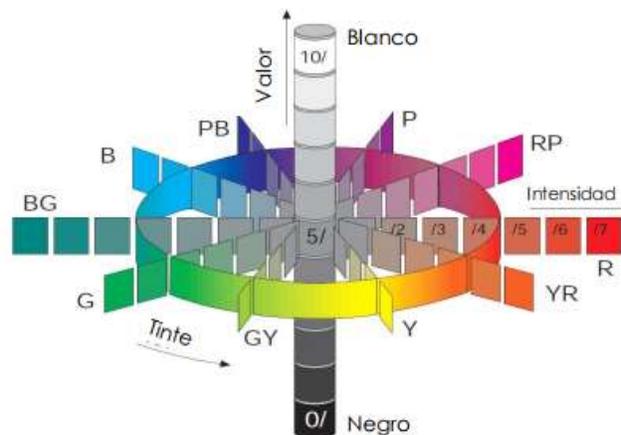


Figura 2: Árbol de Albert Munsell (Valor Priego, 2014).

En el modelo tridimensional se ubican 10 tonos o matices alrededor del perímetro de un cilindro (Ibraheem y cols., 2012) (Figura 2). El eje vertical central es acromático y establece el valor; desde el blanco en el extremo superior con valor 10, hasta el negro en el extremo inferior con valor 0. Finalmente, la intensidad o saturación aumenta mientras se aleja del eje central en una escala donde 0 es acromático y 18 donde está fuertemente saturado (Sikri, 2010).

Algunos estudios han utilizado el sistema de Munsell para evaluar el color dental (Rizzi y cols., 2018), sin embargo, debido a sus limitaciones, ha sido considerado más como referencia para el desarrollo de otros sistemas de evaluación cromática, que como un método independiente (Chang y cols., 2012).

2. Espacio de color CIE $L^*a^*b^*$

En 1976 la Comisión Internacional de Iluminación propuso el modelo cromático CIE $L^*a^*b^*$, utilizado ampliamente en el campo científico (Joiner y cols., 2008). Las tres dimensiones del color son representadas en los tres ejes de coordenadas ordinales, donde L^* expresa el valor o luminosidad; a^* y b^* son coordenadas de cromaticidad en el eje rojo-verde y amarillo-azul respectivamente (Figura 3) (Yuan y cols., 2007) (Ibraheem y cols., 2012).

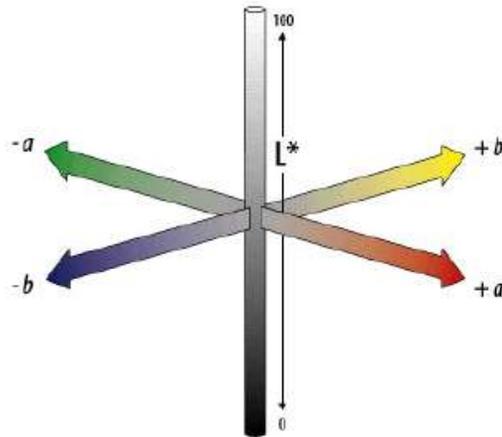


Figura 3: Espacio cromático CIE Lab, L^* expresa el valor o luminosidad variando desde el 100 (blanco) hasta el 0 (negro); a^* representa la cantidad de rojo y verde, y el eje b^* expresa la cantidad de amarillo y azul. (Gómez-Polo, 2012).

3. Espacio de color CIE $L^* C^* h^*$

El modelo de color CIE L^*, C^*, h^* creado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) representa el espacio del color en un modelo cilíndrico o esférico (Lehmann y cols., 2010); (Tuberoso y cols., 2014). El eje vertical L^* expresa el valor en una escala desde el 0 correspondiente al negro, hasta el 100 que expresa el blanco (Figura 4). El croma C^* describe el grado de saturación en una escala del 0 a 40, donde 0 representa el valor más bajo de saturación y 40 el más alto. Finalmente, h^* representa el tono o matiz dominante en una escala circular expresada en grados desde el 0° hasta 360° : donde 0° corresponde al matiz rojo, 90° al amarillo, 180° al verde y 270° al azul (Gómez-Polo y cols., 2015) (A).

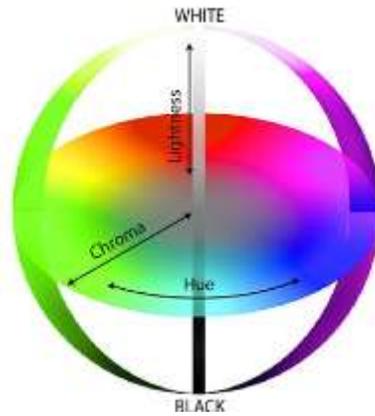


Figura 4: Espacio cromático CIE LCh. (Pritchard, 2010).

El sistema CIE L*C*h* es utilizado por la Asociación Dental Americana, y es también la base para las guías actuales de color dental y dispositivos electrónicos que miden el color (Gómez-Polo y cols., 2017).

COLOR EN LA ODONTOLOGÍA

El color representa un papel importante en la Odontología, especialmente en la Odontología Estética y sus diferentes ramas (Aschheim, 2014). En general, estas disciplinas buscan rehabilitar morfofuncionalmente y devolver el aspecto natural de los dientes o incluso mejorarlo (Goldstein, 2014). Para realizar esta tarea son considerados múltiples parámetros estéticos durante el diagnóstico y el tratamiento (Moncada y Angel, 2008), sin embargo, el color surge como uno de los más críticos y difícil de evaluar y reproducir (Ishikawa-Nagai y cols., 2009). En operatoria, el color corresponde a una referencia elemental en restauraciones estéticas y blanqueamientos (Xu, 2015), en Prótesis Fija se considera un elemento clave en el diseño de carillas y coronas dentales (Gonçalves y cols., 2009), al igual que en Prótesis Removibles para la selección de dientes artificiales de prótesis parciales y totales (Bautista Bonilla, 2017).

Muchos autores han tratado de definir y caracterizar el color de los dientes (Rizzi y cols., 2018). Tanto en estudios “*in vitro*” como en estudios “*in vivo*” se ha demostrado que el color es un parámetro que varía entre las personas, entre los distintos tipos de dientes e incluso en el mismo diente (Eiffler y cols., 2010); (Sikri,

2010). No obstante, mediante la representación de las coordenadas del color dental en el modelo tridimensional CIE $L^*a^*b^*$, se ha descrito un subespacio cromático. Ubicado entre el rojo claro y el amarillo claro, presenta una forma alargada y se extiende paralelamente al eje de luminosidad (figura 5) (Baltzer y Kaufmann-Jinoian, 2004).

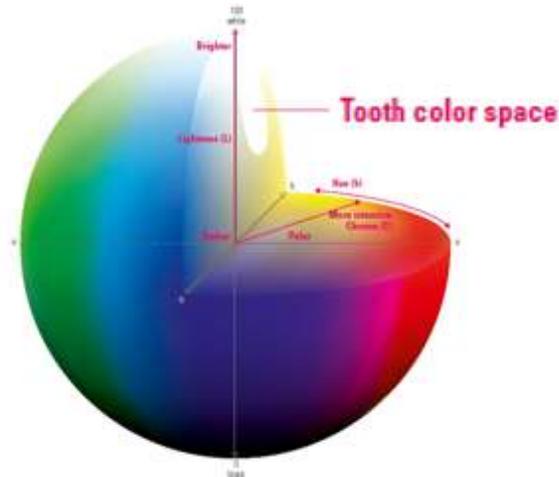


Figura 5: Sub-espacio cromático dental en modelo CIE $L^*c^*h^*$. (VITA Zahnfabrik y cols., 2018)

A pesar de esto, en la vida diaria la apreciación del color está influenciada por la percepción visual de las personas (Igjel y cols., 2016). Esto puede implicar ciertas dificultades en la práctica odontológica ya que ciertos procedimientos como la medición y selección del color, dependen generalmente de la capacidad del profesional para percibir los colores (Della Bona y cols., 2009). Esta capacidad no siempre coincide con la del paciente y las percepciones pueden ser diferentes a pesar de que observen el mismo objeto (Agrawal y Kapoor, 2013).

PERCEPCIÓN VISUAL DEL COLOR DENTAL

La percepción del color corresponde una respuesta fisiológica a un estímulo físico donde el observador experimenta de manera personal la estimulación del órgano visual cuando un objeto es iluminado por una fuente de luz (Johnston, 2009). Durante el proceso surgen diversos factores y variables que modifican la

experiencia actuando en los distintos elementos que constituyen el fenómeno cromático (Gonçalves y cols., 2009).

Muchos investigadores han estudiado los posibles factores que pueden intervenir en la consulta dental al observar los dientes. Clasificados en factores ambientales, factores asociados al observador y a los dientes, configuran la percepción final del color dental (Maddia Simmons, 2015).

1. Factores ambientales

Se ha reportado que ciertas características en el ambiente que modulan la transmisión de la luz (Lee y cols., 2011). Entre las principales se encuentra:

a. Fuente de luz

Dependiendo de la fuente y del tipo de luz irradiada, la percepción del color puede sufrir modificaciones (Corcodel y cols., 2010) (A); (Gasparik y cols., 2014); (Martinez y cols., 2014). La luz natural irradia todas las longitudes de onda. Por el contrario, la luz artificial podría no contener un segmento del espectro cromático y, por consiguiente, el objeto, en este caso el diente, no la reflejará (Valor Priego, 2014). Sin embargo, la luz natural puede sufrir variaciones dependiendo del horario, localización geográfica, factores meteorológicos, entrada de luz, su orientación y todo lo que se pueda interponer entre el paciente y la fuente de luz (Gonçalves y cols., 2009); (Nakhaei y cols., 2013).

b. Posición del paciente

La percepción del color es más precisa cuando el paciente se encuentra en posición vertical o sentado, y el diente en cuestión se ubica al nivel de los ojos del odontólogo. En esta posición se estimula una mayor cantidad de receptores sensoriales. Por otro lado, cuando el paciente se encuentra acostado, existe una mayor distancia entre el diente y el profesional, y disminuye la fidelidad de la percepción cromática (Baharin y cols., 2013).

c. Color del ambiente

El uso de maquillaje y ciertas tonalidades en la ropa puede alterar la percepción del color dental al aumentar el porcentaje de ondas reflejadas en matices como rojo o amarillo (Boksman, 2007); (Gutiérrez y cols., 2009). El lápiz labial rojo fuerte próximo al diente fatiga los receptores rojos del órgano visual, mientras que los receptores azules y verdes permanecen descansados y pueden ser estimulados por completo. Esto puede producir una percepción más azul-verde del diente (Stevenson, 2009); (Vadher y cols., 2014).

2. Factores asociados al observador

La capacidad para percibir colores está definida fundamentalmente por la integridad de fisiología del observador (Lasserre y cols., 2011). El ojo humano percibe el color cuando la luz pasa a través de la pupila y son estimulados dos tipos de receptores sensoriales: conos y bastones (Shammas y Alla, 2011). Existen tres tipos de conos cada uno sensible a los tres colores primarios: rojo, azul y verde. Los bastones, en cambio, son sensibles a la luz y a la apreciación de objetos en movimientos (Conway y cols., 2010). La combinación de los estímulos en las distintas células receptoras se codifica en una señal que es transmitida e interpretada en el cerebro (Vadher y cols., 2014).

Existen aspectos y/o cualidades del observador que son determinantes en su capacidad percepción (Agrawal y Kapoor, 2013).

a. Defectos en la visión del color

Han sido reportadas diferentes condiciones que afectan la función de los receptores sensoriales en el ojo que implicarían deficiencias en la visión del color (Panat, y Kulkarni, 2016); (Kalloniatis y Luu, 2007). Estas condiciones pueden ser adquiridas o hereditarias (Khosla y cols., 2017).

Los defectos adquiridos son causados por toxinas, envejecimiento, inflamación o desprendimiento de la retina entre otros motivos. Afectan a todos los tipos de conos receptores, y de dependiendo del caso, pueden afectar las vías centrales del ojo al cerebro (Bamise y cols., 2017).

Las deficiencias hereditarias están asociadas la función deficiente de uno, dos o los tres tipos de receptores conos y están determinadas genéticamente (Gokce, y cols., 2010); (Gupta y cols., 2011).

Los defectos en la visión del color pueden provocar desde dificultad leve para distinguir tonos hasta una incapacidad total para detectar el color (Dargahi y cols., 2010).

b. Fatiga Ocular

La fatiga ocular supone un menor rendimiento del sistema receptor y, por lo tanto, una alteración en la percepción visual (Vadher y cols., 2014). Si se presentan dos cuerpos adyacentes de diferente color (como en la comparación de una tablilla de color con el diente), los ojos se moverán ida y vuelta entre ellos involuntariamente. El color percibido resulta entonces en la combinación de ambos debido a la producción de una imagen remanente (Stevenson, 2009); (Vadher y cols., 2014).

c. Experiencia profesional

El papel de la experiencia profesional en la percepción del color de los dientes se puede observar en la evaluación y posterior selección del color en tratamientos rehabilitadores y/o restauradores a través del método visual (Della Bona y cols., 2009). Un estudio realizado por Çapa y cols. en 2010 evaluó el desempeño en la selección de color por parte de especialistas, odontólogos generales, técnicos dentales, estudiantes para técnico y personas no relacionadas a la práctica dental. Los profesionales con más experiencia tuvieron un mejor desempeño en la selección de color, siendo mejor el rendimiento en los que realizan tratamientos estéticos. Igualmente, ha sido planteado que la correcta evaluación y selección del color corresponde a una habilidad adquirida, y que

mejora progresivamente a través de la experiencia (Jaju y cols., 2010); (Paravina, 2010); (Capa y cols., 2011).

d. Sexo

Existen diversas investigaciones en el campo de la odontología que han evaluado si existe diferencia en la percepción y evaluación del color entre hombres y mujeres (Miranda, 2012); (Nakhaei y cols., 2016). Tradicionalmente, se cree que las mujeres son capaces de percibir mejor los colores que los hombres (Haddad y cols., 2009); (Çapa y cols., 2010); (Igiel y cols., 2017). Sin embargo, en diversos estudios los investigadores no han podido identificar una influencia significativa del sexo, por lo que no existe consenso en el tema (Capa y cols., 2011); (Bahannan, 2014); (Nakhaei y cols., 2016).

3. Factores asociados al diente y sus propiedades ópticas

Según Soldevilla (2014) y Eimar (2012), cuando la luz incide en el diente se pueden generar cuatro fenómenos:

- **Reflexión:** La luz incide en la superficie dental y vuelve al medio por el que se propagaba.
- **Absorción:** Las ondas que componen la luz son capturadas por el diente y se transforman en energía calórica.
- **Transmisión:** Paso de ondas a través de un objeto sin sufrir alteraciones.
- **Refracción:** Se refiere al cambio en la dirección de la luz cuando pasa a través de un medio que tiene una densidad distinta a la del medio original de propagación.
- **Difusión:** Cuando un rayo luminoso incide en un objeto o material con muchas irregularidades, se producen múltiples reflexiones y refracciones distribuyendo la energía luminosa en diversas direcciones desde el punto de incidencia.

La interacción de estos fenómenos en el espesor del diente determina apariencia final de los dientes, al estar constituidos por esmalte, dentina y pulpa, el resultado es un efecto cromático complejo (Joiner y cols., 2008). El comportamiento ante a luz de cada tejido, es decir, sus propiedades ópticas, están determinadas por su respectiva microestructura y, debido a que poseen distinta composición, distribución y volumen en la corona, el color es distinto en las diferentes zonas del diente (Lee, 2015); (Pecho y cols., 2012).

Por otro lado, el tercio medio es la zona más representativa del diente ya que en el tercio gingival influye la cercanía con el margen gingival, mientras que el tercio incisal se ve afectado por el fondo a causa del mayor grado de translucidez (Joiner y cols., 2008).

a. Esmalte Dental

Es el tejido mineralizado más duro del organismo y la capa más externa del diente. Está constituido por un 96% de minerales y un 4% de materia orgánica y agua. Su fase mineral se organiza en prismas que, a su vez, están compuestos por cristales de hidroxiapatita (HA) (Eimar, 2012).

En un estudio de Lee en 2015, donde evaluó la dispersión de la luz en cristales y prismas del esmalte, se demostró que 1) los prismas fueron los principales transmisores, 2) los cristales eran responsables de la reflexión difusa de ondas y 3) la absorción de luz en el esmalte era insignificante. Esto se traduce en una apariencia translúcida y acromática. Sin embargo, en el esmalte se produce el fenómeno de opalescencia, lo que le da una apariencia azulada (Sulieman, 2008).

b. Dentina

Desde el punto de vista cromático, la dentina es el tejido más importante (Gómez-Polo, 2012). Ubicado entre el esmalte y la pulpa, está compuesta en un 70% de minerales, un 20% de material orgánico y un 10% de agua (Eimar, 2012). Los túbulos dentinarios y la matriz intertubular son sus principales componentes estructurales (Walsh, 2008).

La propagación de la luz está determinada por la matriz intertubular, compuesta por colágeno y una fase mineral de cristales de apatita (Hariri y cols., 2013). Sin embargo, la disposición y volumen de los túbulos dentinarios provoca una dispersión, absorción y reflexión asimétrica de las ondas de la luz (Lee, 2015). Estas características le dan a la dentina una opacidad relativa policromática que determina el tinte del color dental (Viñuela, 2016).

c. Pulpa

La pulpa dental ocupa la cámara pulpar y está conformada por tejido conectivo fibroso suave, vasos sanguíneos y nervios que ingresan a la estructura dental a través del ápice (Demarco, y cols., 2011). Presenta un color rojizo oscuro, pero al estar rodeada por la dentina y el esmalte, tiene un papel menor en el color del diente (Viñuela, 2016).

OTROS FENÓMENOS ÓPTICOS ASOCIADOS AL DIENTE

Aunque las propiedades anteriormente descritas definen los principales rasgos cromáticos de los dientes, existen otros fenómenos ópticos que se producen en distinta medida en sus tejidos, y que complementan su aspecto final:

1. Translucidez y Opacidad

La translucidez es la propiedad de un objeto que permite el paso de la luz, pero con leves cambios (Yu y Lee, 2008). Cierta cantidad de ondas son dispersadas, por lo que no se puede ver claramente a través del objeto (Yu y cols., 2009).

Los dientes se caracterizan por diversos grados de translucidez (Vadher y cols., 2014). El esmalte dental se considera translúcido (Xiong y cols., 2008), mientras que la dentina es considerada opaca, a pesar de que es una estructura que posee distintos grados de translucidez (Villarreal y cols., 2011); (Lee, 2015).

2. Fluorescencia

La fluorescencia, por definición, es la absorción de luz por un cuerpo y al mismo tiempo la emisión de longitudes de ondas más largas (Meller y Klein, 2012). En el diente, la luz ultravioleta (UV) es absorbida y la luz emitida es visible en el espectro azul (Yu y Lee, 2008). Se ha notificado que la dentina presenta una mayor intensidad de fluorescencia que el esmalte. Esto se debe al mayor contenido de colágeno, el cual contiene aminoácidos emisores de fluorescencia como el triptófano (Takahashi y cols., 2008).

3. Opalescencia y contraopalescencia

La opalescencia es una propiedad óptica producida por la dispersión de las longitudes de ondas más cortas (Lee y Yu, 2007), lo cual otorga al esmalte una apariencia azulada cuando la luz visible reflejada (Sulieman, 2008). Al mismo tiempo se produce el fenómeno de contraopalescencia, donde las longitudes de ondas largas, que son transmitidas a través del esmalte, se encuentran con estructuras capaces de reflejarlas confiriendo una apariencia anaranjada bajo luz transmitida (Schmeling y cols., 2012).

ALETRACIONES DEL COLOR DENTAL

El color de los dientes no permanece inalterable en el tiempo. El proceso de envejecimiento modifica su composición estructural, así como también lo hacen las caries, fracturas y restauraciones (Mortazavi y cols., 2014). De la misma forma, existen ciertas patologías con manifestaciones orales que afectan el proceso de formación de los dientes y sus propiedades estructurales, tales alteraciones influyen directamente sus propiedades ópticas (Gozalo-Díaz y cols., 2008).

Por otro lado, los dientes se ven expuestos a diferentes sustancias a lo largo de la vida. Bajo ciertas circunstancias, son capaces de producir modificaciones en la superficie dental y causar una de las alteraciones del color más ampliamente estudiadas en la odontología: tinciones dentales (Manuel y cols., 2010).

En general, en la cavidad oral se pueden encontrar distintos tipos de pigmentaciones o tinciones dentales y pueden presentar diferentes etiologías. Básicamente pueden ser clasificadas en tres categorías principales (Ahmed y Abbott, 2012):

- **Tinciones extrínsecas**, producidas por la acumulación de partículas cromóforas en la superficie del esmalte por una mala higiene oral, el consumo de tabaco y/o la ingestión de ciertos alimentos y bebidas (Rosales y cols., 2010); (Arévalo y Larrucea, 2012).
- **Tinciones intrínsecas**, corresponden a pigmentaciones más profundas en esmalte y/o dentina causadas por alteraciones metabólicas, hereditarias, iatrogénicas, traumáticas e incluso idiopáticas; (Manuel y cols., 2010).
- **Tinciones internalizadas** corresponden a otra categoría reportada recientemente (Ahmed y Abbott, 2012). En este caso ocurre una incorporación de pigmentaciones extrínsecas en el tejido dentario a través de defectos estructurales como hipoplasias, fisuras, cracks, caries, erosiones, abrasiones, caries y/o materiales restauradores (Guerra y cols., 2015).

MEDICIÓN DEL COLOR EN LA ODONTOLOGÍA

Debido a la compleja naturaleza cromática del diente y a la necesidad de cumplir con las expectativas del paciente en tratamientos estéticos, se han desarrollado métodos visuales e instrumentales con el objetivo de medir y registrar el color dental (Agrawal y Kapoor, 2013).

1. Método Visual

Es el método de evaluación más utilizado (Lee, y cols., 2010). Consiste en la comparación de una muestra (el diente a evaluar) y múltiples tablillas estandarizadas de una guía de color hasta conseguir la coincidencia más cercana (Paravina, 2009).

Las desventajas de este método son muchas; la gama de colores disponibles en las guías es limitada (Gómez-Polo y cols., 2015) (B), falta de estandarización en guías de color (Lee, y cols., 2010), diferencias de grosor y de material de fabricación (Martinez y cols., 2014) y, finalmente, su mayor falencia, es un método subjetivo que depende directamente de la agudeza visual del observador y de todos los factores que pueden modificar su percepción visual (Gonçalves y cols., 2009). Es por estas razones, que se le considera un sistema poco confiable e inconsistente (Agrawal y Kapoor, 2013).

A pesar de las limitaciones reportadas, es el método más accesible en la práctica dental y tiene un buen desempeño costo-efectivo (Joiner y cols., 2008); (Özat y cols., 2013); (Gómez-Polo y cols., 2014). En un estudio de Öngül y cols. en 2012, se evaluó la diferencia entre la medición visual del color dental realizada por odontólogos y la medición instrumental con espectrofotómetro, determinó que, si bien existía diferencia, estaba entre los rangos aceptables ($\Delta E < 3,7$).

En general los investigadores coinciden en que el sistema de evaluación visual requiere de una habilidad para discriminar el color y que puede mejorar con entrenamiento y experiencia clínica (Della Bona y cols., 2009); (de Almeida y cols., 2014).

Actualmente las guías o muestrarios más utilizados para la evaluación de color a través del método visual son las guías creadas por Zahnfabrik, Vita Classical y Vita 3D Master (Igiel y cols., 2016).

a. Guía de color Vita Classical

La guía de color VITA Classical (VC) se encuentra en el mercado desde 1958. Proporciona una cobertura estándar del color dental a través de 16 tablillas organizadas en cuatro grupos (A-D) (figura 6), que se diferencian por su tonalidad (Stevenson, 2009). La disposición dentro del grupo está determinada por el valor y la saturación; cuanto mayor sea el número, menor será el valor y mayor será la saturación (Lehmann, 2017). El primer grupo (A) comprende tonalidades

rojizo-marrón, el segundo (B) rojizo-amarillento, el tercero (C) grisáceo y finalmente el cuarto grupo (D) rojizo-gris (VITA Zahnfabrik y cols., 2018).



Figura 6: Muestrario Vita Classical
(VITA Zahnfabrik y cols., 2018)

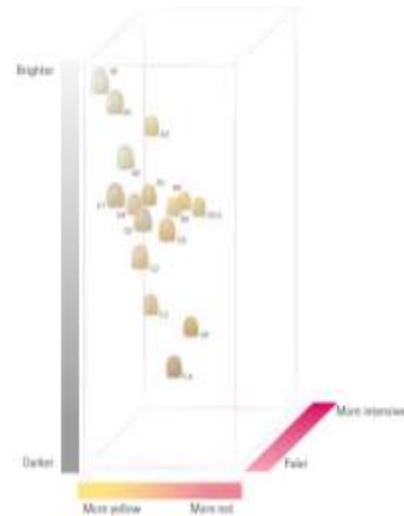


Figura 7: Distribución de tablillas de guía VC en espacio cromático dental
(VITA Zahnfabrik y cols., 2018)

A pesar de la categorización antes mencionada, los colores representados en las tablillas no siguen ningún patrón en el espacio de cromático dental. Por lo mismo, este sistema se basa exclusivamente en hallazgos empíricos (Figura 7).

Para evaluar el color dental, se realizan comparaciones en un paso, determinando cuál es la tablilla que posee el color más similar al diente (Paravina, 2009). No obstante, el fabricante ha propuesto la reorganización de las tablillas de VC según su valor en orden decreciente con tal de facilitar la evaluación, obteniendo entonces el orden: B1, A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, A3, D3, B3, A3.5, B4, C3, A4, C4 (Al-Enazi y Naik, 2012).

b. Guía de color Vita 3d Master

La guía vita system 3D-master (V3DM) fue creada en 1998 basándose en el modelo de Munsell para definir el color dental a partir de sus atributos (Figura 8) (Sikri, 2010). Esta guía presenta veintiséis muestras o tablillas de color distribuidas

sistemáticamente en el espacio cromático dental de manera equidistante (Figura 9) (Corcodel y cols., 2010) (B). Tres de estas tablillas pertenecen al grupo “bleaching”, utilizado principalmente para evaluar blanqueamientos.

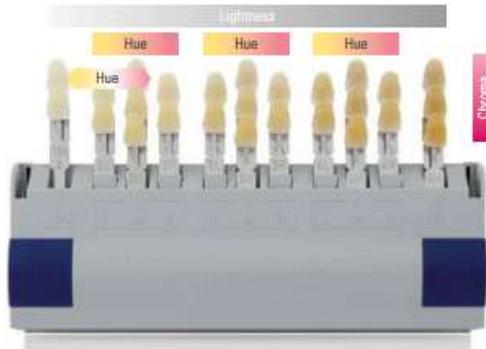


Figura 8: Muestrario Vita 3D Master
(VITA Zahnfabrik y cols., 2018)

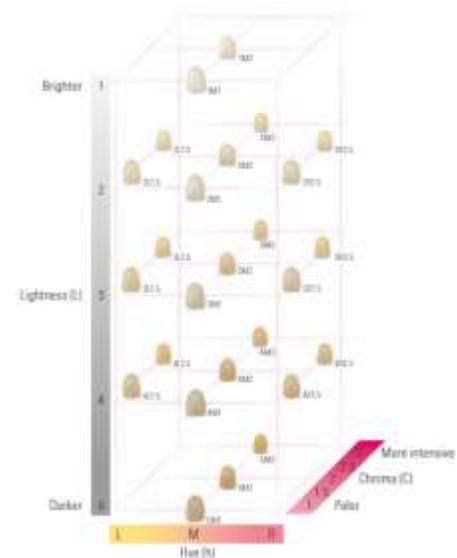


Figura 9: Distribución de tablillas de guía V3DM en espacio cromático dental
(VITA Zahnfabrik y cols., 2018)

Las tablillas son organizadas en cinco grupos numerados del 0 al 5 en orden decreciente según su valor o luminosidad. En cada grupo, las tablillas se distribuyen verticalmente acorde a la saturación o croma en orden creciente desde el 1 al 3. Finalmente se disponen horizontalmente según su matiz o tono, desde la izquierda a derecha, siendo asociadas a una letra L, M y R los tintes amarillentos, medio y rojo respectivamente (Gómez-Polo y cols. 2015) (A).

Para evaluar el color con la guía V3DM, primero se determina el valor utilizando la tablilla M de cada grupo (Figura 10 a). Posteriormente, se define la saturación a partir de las tablillas M en el grupo seleccionado y (Figura 10 b), por último, se comprueba el matiz verificando si el diente es más amarillo o rojizo respecto a la tablilla seleccionada hasta ese momento (Figura 10 c). La tablilla es colocada en relación a los tres tercios del diente en períodos cortos para evitar la fatiga cromática a una distancia de 33 cm del ojo al diente (VITA Zahnfabrik y cols., 2018).

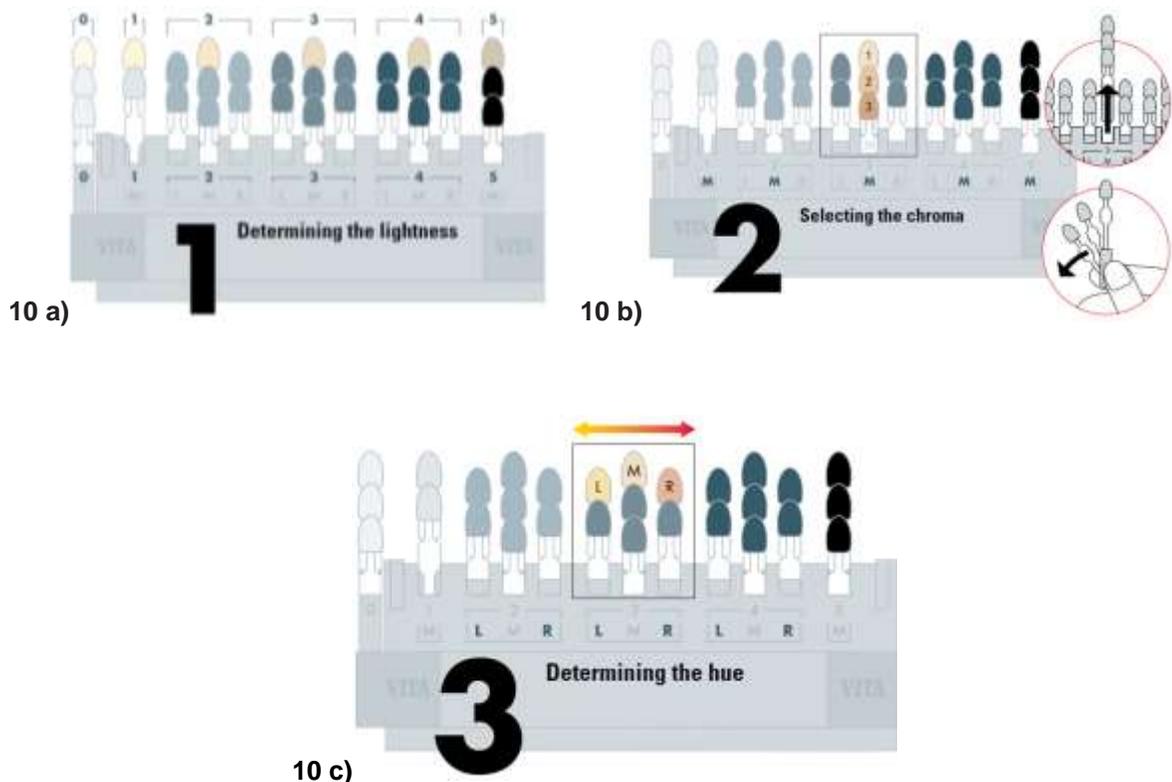


Figura 10: Pasos para la selección de color con guía Vita 3D Master, a) determinación del valor entre los 5 grupos, b) selección de la saturación y c) determinación del matiz. (VITA Zahnfabrik y cols., 2018)

En el proceso de evaluación se obtiene un código conformado por un número que determina el valor, una letra que indica el matiz y otro número que expresa el nivel de saturación, por ejemplo, 2L2.5 presenta el valor relativamente alto (2), un matiz amarillento (L) y una saturación intermedia (2.5) (VITA Zahnfabrik y cols., 2018).

2. Métodos Instrumentales

Para el método de medición de color instrumental se encuentran disponibles colorímetros y espectrofotómetros. Estos dispositivos han sido ampliamente utilizados en campo científico por muchos años (Ma y cols., 2010). Se caracterizan por analizar las coordenadas del color dental y, cuantificar diferencias con objetividad, precisión y facilidad, ofreciendo una ventaja potencial por sobre el método visual (Lehmann y cols., 2012). Sin embargo, la mayoría de los dispositivos no son adecuados para el uso en clínica debido a sus limitaciones

de accesibilidad; pueden resultar costosos económicamente (Bersezio y cols., 2014).

Por otra parte, se han reportado estudios que utilizan cámaras digitales para la medición de color de los dientes (Luo, y cols., 2017); (Caglar y cols., 2010). Sin embargo, los protocolos de uso aún no están establecidos de manera estandarizada.

a. Colorímetros

Los colorímetros son instrumentos relativamente simples, están diseñados para medir la absorción de la luz en base a los tres estímulos que percibe el ojo humano en el campo visible (Igiel y cols., 2016). Utilizan filtros de color para estimar la cantidad de rojo, verde y azul en la luz que traspasa al objeto y lo compara la cantidad que entró. El resultado es la cantidad de luz absorbida (Corciolani, 2009).

b. Espectrofotómetros

Entre los sistemas de medición de color, los espectrofotómetros son considerados los instrumentos más precisos y confiables para evaluar el color dental (Corciolani, 2009); (Lagouvardos y cols., 2009); (Kröger y cols., 2015).

Estos dispositivos están diseñados para medir la reflexión de luz de un objeto al ser expuesto a toda la curva espectral visible. Con este objetivo, en su estructura se contempla una fuente de radiación óptica, un medio para dispersar la luz, un sistema óptico para medir, un detector y un medio para convertir la luz reflejada en una señal que puede analizarse (Chu y cols., 2010).

Por lo general, estos aparatos expresan sus resultados utilizando el espacio de color CIE, con el que se puede describir todos los colores posibles (Igiel y cols., 2016). Sin embargo, las mediciones obtenidas por estos instrumentos pueden ser adaptadas a la nomenclatura utilizada en las guías de color dental, de esta manera, los valores obtenidos por espectrofotómetro son asociados a un código reconocido internacionalmente (Lagouvardos y cols., 2009).

c. Cámaras digitales

Representan el acercamiento más básico a la medición de color instrumental (Chu y cols., 2010). Este método se ha desarrollado paulatinamente en el campo de la odontología y, a pesar de que no se ha establecido un protocolo universal para su ejecución, la mayoría de los autores plantean el uso de parámetros ambientales estandarizados (Gurrea y cols., 2016).

En general, las cámaras fotográficas utilizadas en este método usan un modelo RGB aditivo donde los tres colores básicos (rojo, verde y azul) son mezclados de varias maneras para reproducir una amplia gama de colores (Tam y Lee, 2012); (Ibraheem y cols., 2012).

Una vez obtenidas las imágenes, son analizadas en un software computacional adecuado y comparadas con guías de color dental, por lo que requiere cierto grado de subjetividad en la selección de color (Schropp, 2009).

Se han reportado estudios donde se ha evaluado el desempeño de la evaluación de color con cámaras fotográficas, que señalan que es un sistema útil y confiable para asistir, confirmar y mejorar la evaluación a través del método visual (Schropp, 2009); (Lasserre y cols., 2011); (Luo, y cols., 2017).

HIPÓTESIS

La distribución y frecuencia del color dental es diferente entre pacientes de distinta edad y sexo.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este estudio es determinar la distribución y frecuencia del color dental mediante el uso de espectrofotómetro en un grupo de pacientes de FOUCH según edad y sexo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinar el color de los dientes de los pacientes atendidos en la Clínica Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile mediante el uso de SpectroShade micro en escala VITA Classical y VITA 3D master.
- 2) Establecer la frecuencia y distribución de color dental en la población de estudio medida en escala VITA Classical y VITA 3d master.
- 3) Establecer y comparar frecuencia de color dental en pacientes según sexo en escala VITA Classical y VITA 3d master.
- 4) Establecer y comparar frecuencia de color dental en pacientes de distintos grupos etarios en escala VITA Classical y VITA 3d master.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

El presente estudio fue diseñado para ser de tipo observacional, comparativo y transversal.

Muestra

Para definir la población de estudio, se determinó el número y distribución etaria de los pacientes que se atienden anualmente en la Clínica de FOUCH, se tomó como referencia las estadísticas de pacientes atendidos durante el año 2014 (Tabla 1). Se definieron seis grupos etarios divididos según su sexo y mediante un muestreo aleatorio estratificado se seleccionó una muestra representativa de dicha población, es decir, del total de pacientes que acudieron a las clínicas de operatoria, odontopediatría, prótesis removible y clínica integral, se realizó un muestreo probabilístico de tipo estratificado con afijación proporcional para determinar el n por grupo etario.

EDAD	Mujeres	Hombres	TOTAL
7 – 15 años	126	179	305
16 – 30 años	89	65	154
31 – 45 años	70	50	120
46 – 60 años	142	102	244
61 – 75 años	96	67	163
>75 años	30	25	55
TOTAL	533	488	1041

Tabla 1: Distribución de pacientes de la Clínica Odontológica de la Universidad de Chile atendidos durante el año 2014 por edad y sexo.

El cálculo del tamaño muestral para determinar la composición de los distintos grupos se realizó con software PASS 2008, v. 8.0.15, considerando un poder estadístico $(1-\beta)$ de 0,9, una significancia estadística de 5% y un universo de 1041 pacientes atendidos en las clínicas durante el año 2014(tabla 1).

El análisis determinó una muestra de 215 pacientes, correspondiendo a 115 mujeres y 100 hombres distribuidos en seis grupos etarios.

Grupo	Edad	Mujeres	Hombres	TOTAL
1	7 – 15 años	26	37	63
2	16 – 30 años	19	13	32
3	31 – 45 años	15	10	25
4	46 – 60 años	29	21	50
5	61 – 75 años	20	14	34
6	>75 años	6	5	11
TOTAL		115	100	215

Tabla 2: Distribución de pacientes en muestra de estudio.

Se invitó a participar en este estudio a pacientes en la sala de espera de la clínica de la FOUCH. Se evaluaron voluntarios desde el segundo semestre del año 2015 hasta el segundo semestre 2017, considerando los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión

- Pacientes entre 7 y 81 años.
- Presentar dentición permanente o mixta.
- Presentar al menos un incisivo central superior permanente sano (libre de caries).
- Pacientes en tratamiento en FOUCH que hubieran recibido profilaxis como parte de su tratamiento hace un mes como máximo.

Criterios de Exclusión

- Sujetos en tratamiento de ortodoncia.
- Sujetos que se hubieran realizado blanqueamiento dental.
- Sujetos con signos clínicos de inflamación periodontal.

- Incisivos centrales superiores permanentes con presencia de tinciones por tetraciclinas o fluorosis.
- Incisivos centrales superiores con hipoplasias del esmalte.
- Incisivos centrales superiores rotados o en mala posición.
- Incisivos centrales superiores fracturados.
- Incisivos centrales superior con restauraciones.
- Incisivos centrales superiores con lesiones cervicales cariosas y no cariosas.

Materiales

Las mediciones del color fueron realizadas con el espectrofotómetro “SpectroShade™ Micro” (figura 11). Este dispositivo a diferencia de sus pares combina una cámara fotográfica digital y un espectrofotómetro LED. Tiene una computadora interna con el software analítico y entre sus funciones, dispone de múltiples alternativas para analizar el color dental, así como también para la expresión de los resultados (Díaz y del Río Highsmith, 2007). De la misma forma, puede realizar comparaciones entre dos registros, ofreciendo la oportunidad de determinar la diferencia entre ambos de manera objetiva. Las imágenes y los datos espectrales pueden guardarse en la memoria interna y transferirse a un computador (SpectroShade Micro — MHT Medical High Technologies, sin fecha)



Figura 11: SpectroShade™ Micro (SpectroShade Micro — MHT Medical High Technologies, sin fecha)

Procedimientos

Los pacientes voluntarios que participaron en este estudio fueron informados acerca del procedimiento a realizar, posteriormente se les solicitó leer y firmar el consentimiento informado. Luego de eso, se les realizó un breve examen clínico en el que se evaluaron signos clínicos de inflamación, además de la presencia de depósitos blandos en los incisivos centrales. Aquellos pacientes que presentaban depósitos blandos se les solicitó cepillar sus dientes durante 3 minutos antes de registrar color con espectrofotómetro.

Los datos de los pacientes fueron registrados en una ficha clínica, identificando a cada uno de los participantes mediante códigos (no se utilizaron nombres), se consignó también la edad, el género y la información cromática del diente evaluado. Se seleccionó entonces el incisivo central superior que cumplía con las condiciones anteriormente mencionadas y considerando los criterios de exclusión.

Evaluación del color dental

Para utilizar el espectrofotómetro en la medición del color dental, lo primero fue montar la boquilla para control de infección en la pieza de mano óptica. Posteriormente el dispositivo fue calibrado antes de cada medición para blanco y verde siguiendo las indicaciones del fabricante (Figura 12).



Figura 12: Calibración de espectrofotómetro SpectraShade Micro (Ovalle, 2012).

Antes de realizar la medición, se les solicitó a los participantes que durante el procedimiento mantuvieran su lengua en una posición relajada lejos de los dientes maxilares, respirar por la nariz, apoyar su cabeza en el cabezal del equipo dental y mantener su boca abierta hasta que se les indicara cerrarla. Esto se realizó con el objeto de evitar que las mediciones se vieran afectadas por el movimiento, el empañamiento del lente y el entrecruzamiento de piezas dentarias superiores e inferiores.

Durante la medición, el SpectroShade Micro fue ubicado cuidadosamente sobre la encía, de manera que el incisivo central quedara al centro de la imagen. El espectrofotómetro, al poseer la función de control de ángulo permite a realizar mediciones en la posición correcta, es decir, cuando el diente está completamente iluminado por el dispositivo. Mediante la inclinación del aparato se buscó que la barra horizontal del control de ángulo se volviera verde (posición correcta), después de lo cual, el color fue registrado (Figuras 13 y 14).



Figura 13: Posicionamiento del espectrofotómetro (*SpectraShade Micro Quick Star Guide, 2014*)

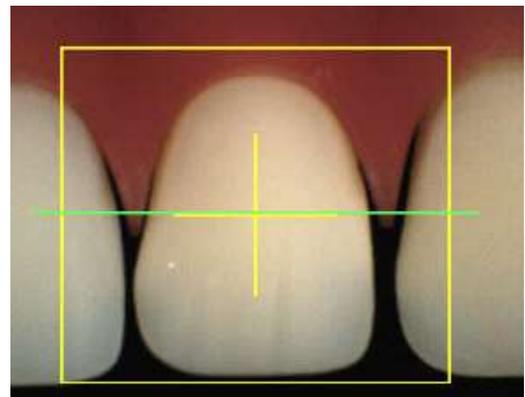


Figura 14: Registro de color en la posición correcta (*SpectraShade Micro Quick Star Guide, 2014*)

Mediante el software incorporado en el espectrofotómetro se obtienen automáticamente los valores para la corona dentaria completa según las guías de color Vita Classical y Vita 3D Master, sin embargo, para este estudio fueron

considerados los valores registrados en el tercio medio debido a que es zona representativa del color del dental.

Los registros fueron transferidos a un computador y posteriormente analizados mediante el uso de un programa proporcionado por el fabricante (SpectroShade).

Análisis de datos

Con el objetivo de realizar el análisis de la distribución del color dental, expresado según las guías de color VC y V3DM, se adjudicó un código numérico (cod) a cada color ordenado según valor (tablas 3 y 4):

Color VC	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3.5	B4	C3	A4	C4
Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Tabla 3: Códigos asignados a colores de guía Vita Classical.

Color V3D	0M1	0M2	0M3	1M1	1M2	2M1	2L1.5	2R1.5	2M2	2L2.5	2R2.5
Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Color V3D	2M3	3M1	3L1.5	3R1.5	3M2	3L2.5	3R2.5	3M3	4M1	4L1.5	4R1.5
Código	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Color V3D	4M2	4L2.5	4R2.5	4M3	5M1	5M2	5M3
Código	23	24	25	26	27	28	29

Tabla 4: Códigos asignados a colores de guía Vita 3D Master

Se analizó la frecuencia de color para cada grupo mediante el software SPSS. Para comparar entre grupos etarios se realizó la prueba de Kruskal Wallis, mientras que para las comparaciones entre pares se realizó la prueba de Man-Whitney.

RESULTADOS

De un total de 289 pacientes evaluados, 74 fueron excluidos en la fase previa de medición de color y en la fase de selección de registros debido a criterios de exclusión, quedando un total de 215 pacientes, los cuales fueron divididos según sexo y edad.

1. Resultados de registros del color dental en escala VC.

La medición con espectrofotómetro registró una variedad de 14 colores para la guía VC, ausentándose los colores C2 y B4. Los registros se distribuyeron entre los 16 colores que conforman la guía, siendo B1 el mínimo, C4 el máximo, y el A2 la mediana (Tabla 5).

Sexo	Mediana	Mínimo	Máximo
Masculino	5	1	16
Femenino	5	1	16
Total	5	1	16

Tabla 5: Resumen de la distribución del color dental según códigos de escala VC

Los colores más frecuentes estuvieron dentro de las tonalidades rojizo-marrón del segmento A del muestrario, siendo el más frecuente A2, seguido por A1 y A3 (tabla 6 y gráfico 1).

La distribución del color dental es similar para los grupos femenino y masculino ($p= 0,822$) coincidiendo en el mínimo, el máximo, y la mediana (colores B1, C4 y A2 respectivamente) (tabla 5).

Las mayores frecuencias para ambos grupos corresponden a los colores A2 y A1. Sin embargo, la tercera frecuencia difiere al ser A3 para el sexo masculino y D3 para el femenino (gráfico 1).

Color	Frecuencia		
	Femenino	Masculino	Total
B1	1	1	2
A1	26	24	50
B2	0	2	2
D2	2	1	3
A2	40	25	65
C1	7	6	13
C2	0	0	0
D4	0	1	1
A3	11	19	30
D3	14	9	23
B3	1	0	1
A3.5	3	2	5
B4	0	0	0
C3	5	6	11
A4	2	2	4
C4	3	2	5

Tabla 6: Frecuencia del color dental en escala VC.

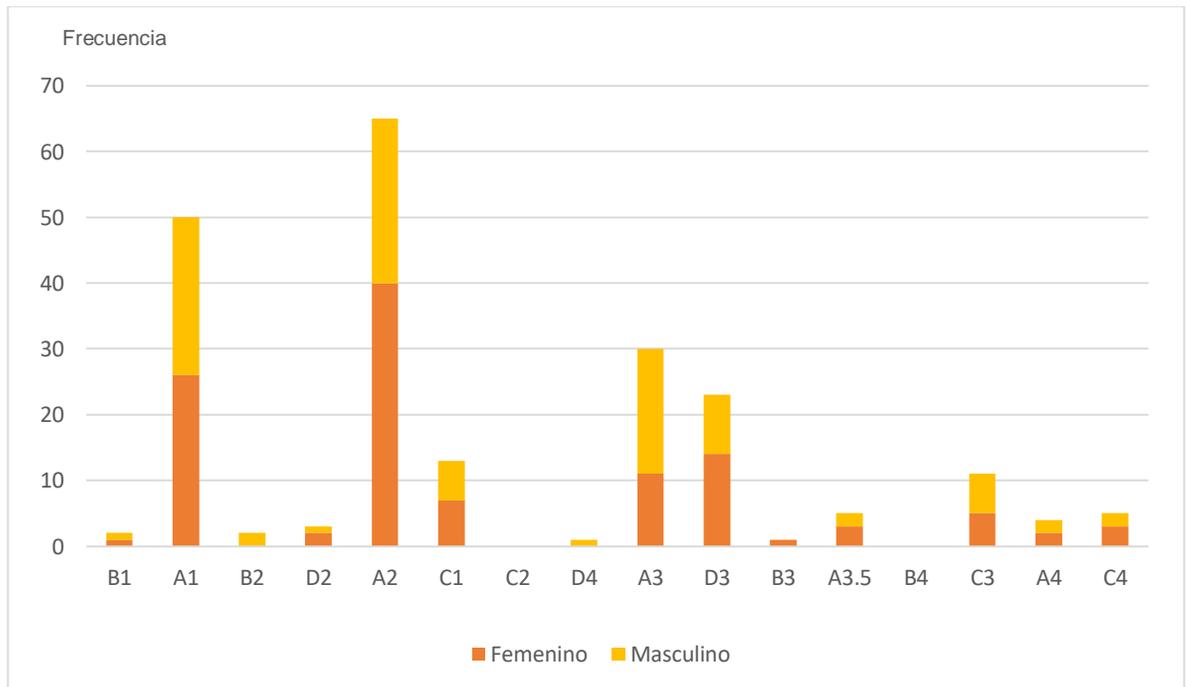


Gráfico 1: Frecuencia del color dental según sexo en escala VC.

Respecto a la distribución de colores según grupo etario, en general se observa un aumento del valor de código a medida que la edad aumenta, con excepción del grupo 3 que presenta los códigos de menor valor de la muestra ($p < 0,05$) (tabla 7).

Grupo	Mediana	Mínimo	Máximo
1	5	2	9
2	5	2	9
3	2	1	6
4	9	2	16
5	10	9	16
6	12	5	16

Tabla 7: Resumen de distribución de color dental en distintos grupos etarios según códigos de escala VC.

Color	Frecuencia					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6
B1	0	0	1	0	1	0
A1	18	13	12	6	1	0
B2	0	0	1	0	1	0
D2	3	0	0	0	0	0
A2	25	15	9	10	5	1
C1	5	3	1	3	1	0
C2	0	0	0	0	0	0
D4	0	0	0	0	1	0
A3	12	1	1	10	5	1
D3	0	0	0	11	12	0
B3	0	0	0	0	0	1
A3.5	0	0	0	2	0	3
B4	0	0	0	0	0	0
C3	0	0	0	6	2	3
A4	0	0	0	1	2	1
C4	0	0	0	1	3	1

Tabla 8: Frecuencia del color dental en distintos grupos etarios en escala VC.

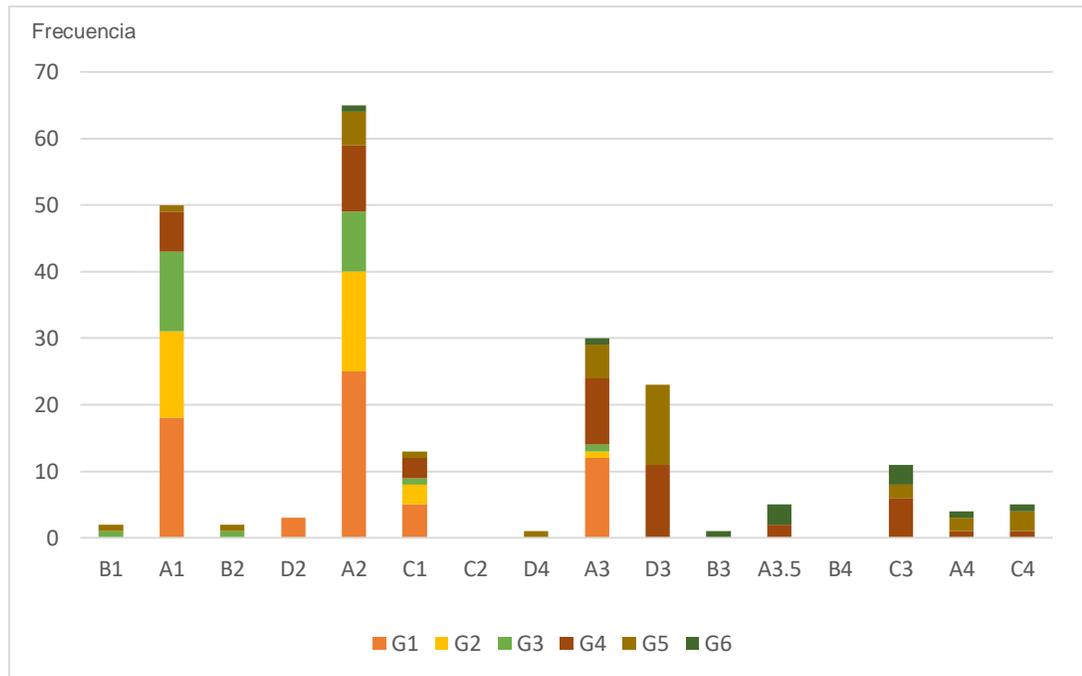


Gráfico 2: Frecuencia del color dental según edad en escala VC

Al comparar entre grupos, hay diferencias estadísticamente significativas para la mayoría de los grupos ($p < 0,05$), excepto entre los grupos 1 y 2; 2 y 3, y 4 y 5 (Tabla 9).

	G1	G2	G3	G4	G5	G6
G1	-	0,200	0,013	0,000	0,000	0,000
G2	-	-	0,265	0,000	0,000	0,000
G3	-	-	-	0,000	0,000	0,000
G4	-	-	-	-	0,266	0,003
G5	-	-	-	-	-	0,022
G6	-	-	-	-	-	-

Tabla 9: Diferencias de color entre grupos etarios según escala VC.

2. Resultados de registros del color dental en escala V3DM

En las mediciones realizadas se observa el registro de 20 variedades de color de un total de los 29 que componen la guía V3DM. En este caso, los registros se distribuyeron entre los colores 0M3 y 5M1, correspondiendo a 2M2 la mediana (tabla 10).

Género	Mediana	Mínimo	Máximo
Masculino	9	3	27
Femenino	9	3	25
Total	9	3	27

Tabla 10: Resumen de la distribución del color dental según códigos de escala V3DM

El color más frecuente registrado entre los participantes fue 1M2, seguido por 2M2 y 2R2.5 (tabla 11) (gráfico 3).

Los resultados registrados por sexo muestran una distribución similar para los grupos femenino y masculino ($p=0,538$), excepto por los valores máximos. Para ambos grupos el color 0M3 fue el mínimo y 2M2 la mediana. En el grupo masculino se registró el color 5M1 como máximo y en el grupo femenino fue 4R2.5 (tabla 10).

Respecto a la frecuencia, se conservan iguales las mayores tendencias entre ambos sexos, siendo los colores 1M2, 2M2 y 2R2.5 los más frecuentemente registrados (tabla 11) (gráfico 3).

Color	Frecuencia		
	Femenino	Masculino	Total
0M1	0	0	0
0M2	0	0	0
0M3	2	1	3
1M1	9	6	15
1M2	19	23	42
2M1	3	0	3
2L1.5	14	3	17
2R1.5	10	10	20
2M2	17	15	32
2L2.5	0	0	0
2R2.5	11	14	25
2M3	2	6	8
3M1	3	0	3
3L1.5	0	1	1
3R1.5	8	5	13
3M2	3	3	6
3L2.5	0	0	0
3R2.5	2	2	4
3M3	0	0	0
4M1	1	2	3
4L1.5	1	1	2
4R1.5	3	2	5
4M2	5	2	7
4L2.5	0	0	0
4R2.5	2	3	5
4M3	0	0	0
5M1	0	1	1
5M2	0	0	0
5M3	0	0	0

Tabla 11: Frecuencia del color dental en escala V3DM.

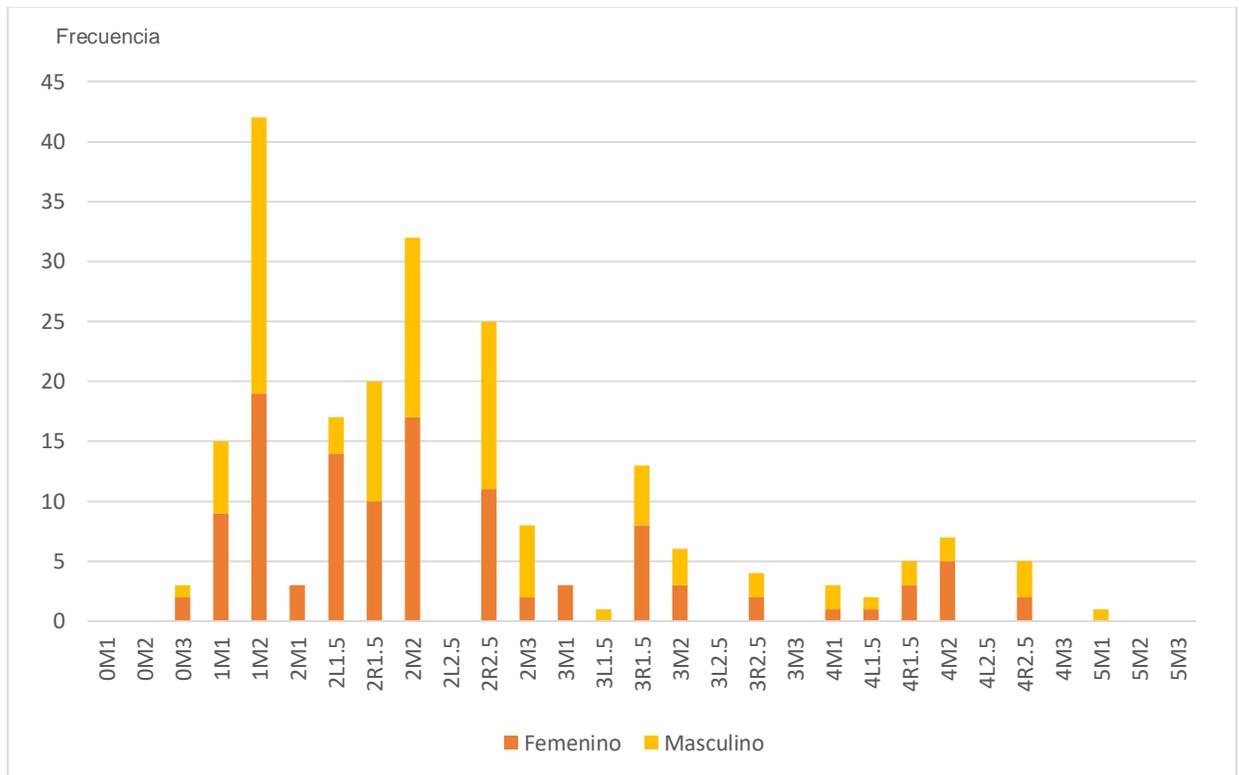


Gráfico 3: Frecuencia del color dental según género en escala V3DM.

Respecto a la distribución según grupo etario, se observaron diferencias entre los seis grupos evaluados ($p < 0,05$). En general, a medida que aumenta la edad aumenta también el valor numérico para la mayoría de los parámetros de distribución, excepto para la mediana en los tres primeros grupos donde disminuye (tabla 12).

Grupo	Mediana	Mínimo	Máximo
1	8	3	12
2	6	3	11
3	5	4	12
4	11	4	25
5	15	5	27
6	20	7	25

Tabla 12: Resumen de distribución de color dental en distintos grupos etarios según códigos de escala V3DM.

Color	Frecuencia					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6
0M1	0	0	0	0	0	0
0M2	0	0	0	0	0	0
0M3	2	1	0	0	0	0
1M1	3	4	6	2	0	0
1M2	14	11	11	4	2	0
2M1	2	0	0	0	1	0
2L1.5	4	2	3	6	1	1
2R1.5	8	5	1	5	1	0
2M2	13	6	3	7	3	0
2L2.5	0	0	0	0	0	0
2R2.5	14	3	0	3	4	1
2M3	3	0	1	3	0	1
3M1	0	0	0	1	2	0
3L1.5	0	0	0	0	1	0
3R1.5	0	0	0	5	8	0
3M2	0	0	0	3	3	0
3L2.5	0	0	0	0	0	0
3R2.5	0	0	0	2	0	2
3M3	0	0	0	0	0	0
4M1	0	0	0	1	1	1
4L1.5	0	0	0	0	1	1
4R1.5	0	0	0	3	2	0
4M2	0	0	0	4	1	2
4L2.5	0	0	0	0	0	0
4R2.5	0	0	0	1	2	2
4M3	0	0	0	0	0	0
5M1	0	0	0	0	1	0
5M2	0	0	0	0	0	0
5M3	0	0	0	0	0	0

Tabla 13: Frecuencia del color dental en distintos grupos etarios en escala V3DM.

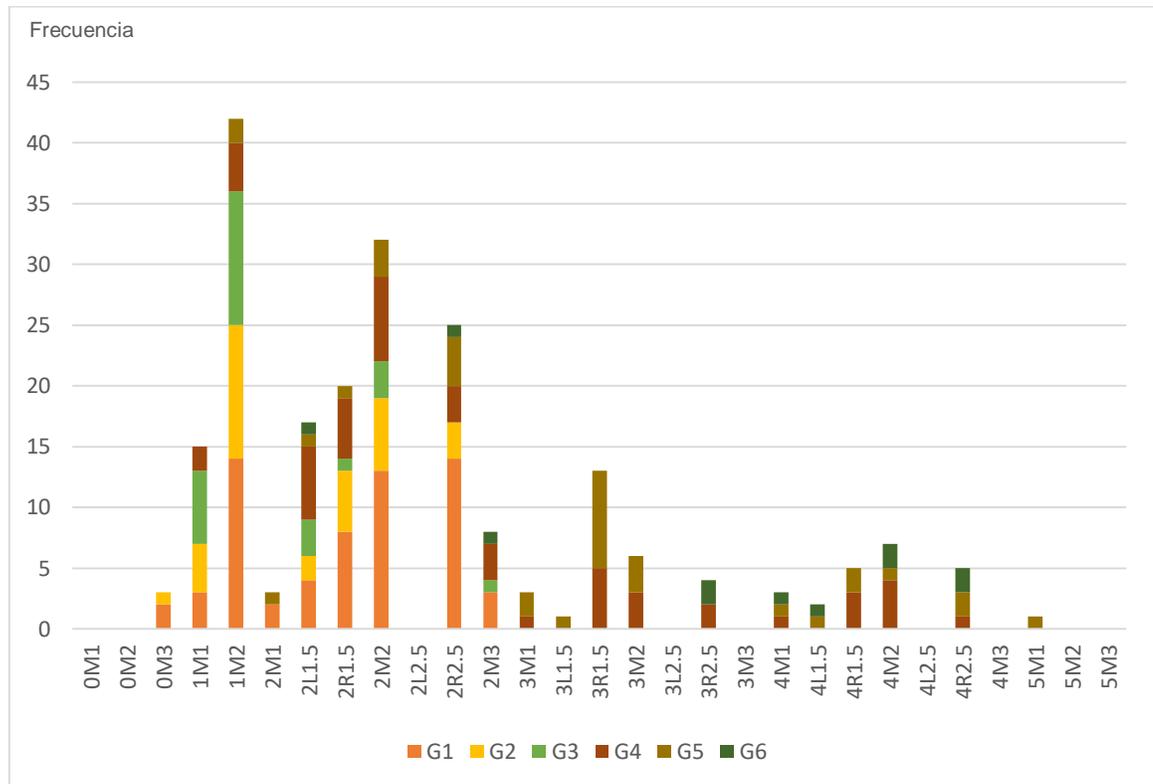


Gráfico 2: Frecuencia del color dental según edad en escala V3DM

Al analizar los resultados entre los grupos etarios se observan que son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$). Las comparaciones entre pares muestran diferencias significativas para la mayoría de los grupos ($p < 0,05$) (Tabla 11), excepto entre los grupos 1 y 2; 2 y 3; 4 y 5, y 5 y 6.

	G1	G2	G3	G4	G5	G6
G1	-	0,280	0,001	0,000	0,000	0,000
G2	-	-	0,157	0,000	0,000	0,000
G3	-	-	-	0,000	0,000	0,000
G4	-	-	-	-	0,082	0,007
G5	-	-	-	-	-	0,066
G6	-	-	-	-	-	-

Tabla 14: Diferencias de color entre grupos etarios según escala V3DM.

DISCUSIÓN

La medición del color dental puede llegar a representar uno de los aspectos más desafiantes para el odontólogo en la ejecución de tratamientos estéticos. La evaluación mediante el método visual corresponde al sistema más utilizado en el campo clínico y, sin embargo, constituye un sistema poco confiable e inconsistente debido a la gran variabilidad del color dental y a los múltiples factores que pueden intervenir en la percepción cromática. El mejor entendimiento del tema así como el conocimiento de los colores dentales más frecuentes y su distribución en la población pueden facilitar el proceso de evaluación y mejorar el desempeño del clínico al optimizar el tiempo en la consulta, además de proporcionar la posibilidad de optimizar la administración de recursos.

El análisis del color dental mediante el uso de espectrofotómetro posee numerosas ventajas (Bersezio y cols., 2014); el sistema de evaluación instrumental posee carácter objetivo y no se ve afectado por las variables que influyen en la percepción visual del color (Lehmann y cols., 2012). En un estudio realizado por Da Silva y cols., en 2008 se reportó que las coronas fabricadas en base a la selección de color mediante el uso de espectrofotómetro tenían menos errores y eran menos rechazadas. Sin embargo, estos instrumentos están diseñados para evaluar superficies lisas, y debido a que los dientes no son totalmente lisos y presentan irregularidades, las mediciones pueden resultar inexactas (Chu y cols., 2010). No obstante, el espectrofotómetro utilizado para este estudio, SpectraShade Micro, proporciona las medidas más repetibles y una alta tasa de reproductibilidad en comparación con otros dispositivos según estudio de Khurana y cols. (2007).

Junto con lo expuesto anteriormente, el uso del espectrofotómetro en la evaluación del color dental proporciona la medición de las coordenadas de un color en todo el espacio cromático, es decir, se puede describir cualquier color a través de sus componentes específicos según un determinado modelo de color (Igiel y cols., 2016). Muchos de los estudios publicados acerca del color dental utilizan los modelos más extendidos en el campo científico como CIE L*a*b* y CIE

L*C*h* (Gonzalo-Diaz y cols., 2008); (Gómez-Polo y cols., 2017). Sin embargo, en el último tiempo ha sido reconocida la necesidad de utilizar un lenguaje más extendido y ha aumentado la cantidad de estudios que incluyen las nomenclaturas de las guías de color VC y V3DM (Chamorro y cols., 2015); (Pop-Ciutrla y cols., 2015); (Savas y cols., 2017).

Por su parte, la guía V3DM posee tablillas con diferentes saturaciones y una mayor gama de matices que tiende a cubrir más ampliamente los colores de los dientes comparado con la guía VC (Corcodel y cols., 2010) (B). Sin embargo, un estudio realizado por Kim Pusateri y cols. en 2009 reportó que la guía VC tiene un promedio más alto de fiabilidad que la guía V3DM (95% > 91%). Al considerar que la guía VC maneja un menor número de variables, la posibilidad de error es menor, pero al mismo tiempo la exactitud de la medición puede verse afectada. Este estudio expresó sus resultados utilizando ambas nomenclaturas convencionales obtenidas desde el espectrofotómetro, a pesar de que se ha observado en múltiples investigaciones que los colores que conforman las guías VC y V3DM no abarcan todos los posibles valores de coordenadas cromáticas registradas en dientes naturales (Rodríguez, & Viñuela, 2009). Por lo tanto, aunque el sistema de expresión de registros cromáticos utilizado podría no ser el más adecuado, ambas guías son las más utilizadas en el campo clínico de la odontología a pesar de sus limitaciones.

Los criterios de inclusión y de exclusión establecidos para la selección de voluntarios concuerdan con los criterios establecidos por otros autores (Chamorro y cols., 2015); (Gómez-Polo y cols. en 2015) (C); (Kuckreja y cols., 2017). Al igual que en otras investigaciones, el hábito tabáquico no fue considerado como criterio de exclusión, a pesar de que se ha demostrado que provoca alteraciones en el color de los dientes (Rosales y cols., 2010). La profilaxis dental generalmente elimina este tipo de tinciones y, aunque otras investigaciones prepararon el diente previo al registro de color, el presente estudio incluyó pacientes que hubieran recibido profilaxis como parte de su tratamiento (Gonzalo-Diaz, D. y cols., 2008); (Ueda, T y cols., 2010).

Asímismo, la gran mayoría de las investigaciones acerca del color dental utiliza el incisivo central como referencia tal como este estudio debido al fácil acceso y a la forma plana de su cara vestibular (Gómez-Polo, 2012), sin embargo, no todos los pacientes examinados presentaban dientes que pudieran ser evaluados. El tercio medio del diente es considerada la zona cromática más representativa del diente y por lo tanto corresponde a la zona más evaluada por los investigadores (Joiner y cols., 2008). Por otro lado, es recomendable realizar la evaluación completa de la corona dentaria a la hora de realizar tratamientos estéticos para la apropiada caracterización de la restauración (Nalbant y cols., 2016); (VITA Zahnfabrik y cols., 2018).

El presente trabajo de investigación fue diseñado con el objetivo de representar la población de pacientes atendidos en FOUCH durante un año de manera estratificada y proporcional según sexo y edad. A diferencia de otros estudios que consideran grupos homogéneos, el tamaño de cada grupo en la muestra de este estudio es distinto ya que corresponde a un proporcional de su estrato en la población estudiada.

La distribución de colores registrados mostró una tendencia al aumento del valor en los códigos de color a medida que se aumenta la edad, excepto para el tercer grupo (31 - 45 años) que registra códigos más bajos que sus antecesores (tabla 8 y 13). Al estar ordenados por luminosidad en forma decreciente, se puede afirmar que los colores registrados para los grupos de mayor edad son más oscuros, lo que concuerda con los resultados obtenidos por otros estudios (Gonzalo-Diaz y cols., 2008); (Rodríguez y Viñuela en 2009); (Viñuela, 2016).

El registro de colores más claros en el tercer grupo corresponde a una alteración en el patrón de comportamiento de la muestra. En un estudio realizado por Elamin, y cols. en 2015, se observó un comportamiento similar, donde los colores registrados para el grupo etario comprendido entre los 30 y 40 años presentaban el menor valor cromático de la muestra (colores más claros). Visto desde otra perspectiva, si se considera que los colores registrados para los grupos más jóvenes fueron más oscuros, se podría sospechar de una posible relación con proceso de maduración de los dientes permanentes. Savas y cols. en 2017

realizaron un estudio en pacientes pediátricos en Turquía, donde evaluaron la frecuencia y coordenadas de color dental en voluntarios con distintos grados de desarrollo radicular en sus incisivos. Se observó que el grupo más joven conformado por pacientes entre 7 y 12 años mostraba colores más oscuros. Estos hallazgos pueden asociarse al proceso de calcificación incompleto en el ápice dental en los casos donde el proceso de maduración no ha terminado. De cualquier forma, el efecto del estado de desarrollo radicular en la estructura y color de los dientes es un tema que debe ser estudiado por futuras investigaciones.

Respecto a las frecuencias de color dental obtenidas en el presente estudio, los colores A2 y 1M2 fueron los más frecuentes en la muestra estudiada en escalas VC y V3DM respectivamente y coinciden con los colores más frecuentes en mujeres y hombres. Para los seis grupos etarios evaluados se observaron diferentes tendencias en sus mayores frecuencias (tabla 15).

	G1	G2	G3	G4	G5	G6
VC	A2	A2	A1	D3	D3	A3.5 , C3
V3DM	1M2	1M2	1M2	2M2	3R1.5	3R2.5 , 4M2 , 4R2.5

Tabla 15: Colores más frecuentes en los distintos grupos etarios en escalas VC y V3DM

Entre los pacientes voluntarios se presentaron tres pacientes que sin haber sido sometidos a blanqueamiento dental registraron el color 0M3, perteneciente al grupo “bleaching teeth” de V3DM. Dos de ellos pertenecen al primer grupo etario y el tercero al segundo, es decir, a los grupos más jóvenes de la población. En un estudio realizado en Castilla y León, donde también fue considerado como criterio de exclusión el blanqueamiento dental, también fueron registrados colores pertenecientes a esta subcategoría de V3DM y, asimismo, fueron registrados en el grupo de menor edad (Gómez-Polo, 2012). Estos resultados indican que el espectro de colores presentes en dientes naturales en la población podría ser más amplio que el espacio definido en las guías de color convencionales.

El consenso general en la literatura plantea que los dientes se vuelven más oscuros y amarillos con el envejecimiento. (Mortazavi y cols., 2014). La pulpa expresa su mayor tamaño en dientes jóvenes, y sufre un estrechamiento progresivo con los años que implicaría menor cantidad de rojo en el color del diente (Viñuela, 2016). Asimismo, se produce un aumento del grosor y formación de otros tipos de dentina más oscuras, disminuyendo el valor y aumentando la translucidez y saturación del color final (Lee, 2015). Por último, a medida que las personas envejecen, el esmalte dental se vuelve menos poroso, más mineralizado y a la vez, más delgado debido a su desgaste natural (Gozalo-Diaz y cols., 2008). Esto supone una mayor translucidez, lo que permite que la dentina sea la que predomine el color dental (Yu y cols., 2009).

Gómez-Polo y cols. en 2015 evaluaron a 1361 participantes españoles caucásicos con el espectrofotómetro Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany). La muestra fue clasificada de acuerdo sexo y dividida en tres grupos etarios. Los resultados para los voluntarios más jóvenes indicaron que el color más frecuente fue 1M1.5 y 1M2, para el segundo grupo fueron los colores 3M1 y 2M1 mientras que para el último grupo fueron 3M1 y 4.5M1.5 (Gómez-Polo y cols. en 2015) (C). Bersezio y cols. en 2015 obtuvieron resultados similares en un estudio realizado en la comuna de La Florida en Santiago de Chile. Fueron evaluados 150 pacientes con el objetivo de establecer una relación entre la frecuencia del color dental según edad y género. Los participantes fueron clasificados en tres grupos etarios, y mientras que el grupo más joven obtuvo el color 1.5M1 como mayor frecuencia, en el segundo grupo fue 2M1 y en el tercero fue 2.5M1. Aunque los resultados no concuerdan por completo con los obtenidos en este estudio, se observan similitudes, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la presente investigación consideró una mayor cantidad de grupos con rangos de edad más reducidos. Asimismo, fueron considerados los colores que conforman la guía comercial V3DM, que a diferencia de los trabajos de Gómez-Polo y cols., y de Bersezio y cols., no dispone de niveles intermedios para el valor y la saturación.

En 2012, Rodrigues y cols. midieron el color del incisivo central en 400 voluntarios mediante el método visual según las guías VC y V3DM. En el

segmento más joven de la muestra los colores más frecuentes fueron A2 y 2R1.5, mientras que para el resto de los grupos se presentaron frecuencias similares siendo A3 y 2R2.5 los colores más frecuentes. A pesar de que el sistema de evaluación es distinto, ya que este estudio utilizó espectrofotometría, el color A2 también fue registrado como el más frecuente en el grupo más joven, sin embargo, para el resto de la muestra se observaron distintas frecuencias. En este caso, los colores A3 y 2R2.5 representan el tercer color más frecuente de este estudio en la muestra total según las escalas VC y V3DM respectivamente.

Al analizar la influencia del sexo en el color de los dientes, se observó que no existían diferencias significativas entre los colores registrados para hombres y mujeres, lo que concuerda con múltiples estudios realizados en distintas poblaciones (Rodrigues y cols., 2012); (Chamorro y cols., 2015). Sin embargo, los resultados arrojados por investigaciones como las de Gonzalo-Diaz y cols., (2008), Elamin y cols., (2015), Tuncdemir y cols., (2012), concuerdan que los hombres presentan incisivos centrales superiores más oscuros que las mujeres. La relación entre el sexo y el color dental corresponde entonces, a un tema sin consenso en la literatura por el momento.

Al comparar los registros cromáticos entre los distintos grupos etarios se hallaron diferencias estadísticamente significativas tanto en la escala VC como V3DM ($P < 0,05$). En general, los que grupos que no mostraron diferencias presentaban rangos etarios inmediatamente próximos (G1 y G2, G2 y G3, G4 y G5), por lo que se podría suponer que la variación cromática entre edades cercanas es mínima. Por otro lado, cuando se observa, por ejemplo, que el primer y segundo grupo no presentan diferencias significativas ($G1 \approx G2$), al igual que el segundo y el tercero ($G2 \approx G3$), pero si se observan entre el primer y tercer grupo ($G1 \neq G3$), se pueden atribuir al registro de colores con códigos más altos en el primer grupo y códigos más bajos en el tercero. Este comportamiento se observa entre diversos grupos tanto en escala VC como V3DM.

En resumen, según los resultados obtenidos en esta investigación, la hipótesis de trabajo que sostiene que los grupos evaluados presentaban diferencias en la distribución y frecuencia del color dental es rechazada. Aunque

se observaron diferencias significativas entre los grupos etarios evaluados, hombres y mujeres mostraron frecuencias y distribuciones similares según el análisis estadístico.

Sin embargo, es necesario considerar las implicancias del carácter transversal del presente estudio. Aunque permite la investigación de una extensa población en un momento dado sin requerir un seguimiento en el tiempo, no es posible establecer relaciones temporales de causa-efecto, es decir, a pesar de que los grupos más longevos presentaron colores más oscuros en sus dientes, no se puede aseverar que el envejecimiento determina un oscurecimiento dental. Por otro lado, el registro de colores más claros en el tercer grupo comparado con sus antecesores más jóvenes puede explicarse por la transición no lineal del color dental en el tiempo, es decir, la alteración del color por envejecimiento podría no seguir un patrón definido.

En orden de identificar información más relevante, es recomendable realizar estudios longitudinales y mediciones cromáticas en muestras representativas, preferentemente en diferentes momentos con grupos etarios similares que incluyan variables de comportamiento asociadas con los participantes.

CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados, con la muestra seleccionada, el método aplicado y las limitaciones del estudio, se concluye:

1. Según la muestra seleccionada, el color más frecuente entre los pacientes atendidos en la clínica odontológica de la Universidad de Chile en escala Vita Classical es A2, y en escala Vita 3D Master es 1M2.
2. Al comprar la frecuencia y distribución de color dental por sexo no se observaron diferencias significativas entre los grupos femenino y masculino.
3. Al comparar la frecuencia y distribución del color dental por edad se observaron diferencias significativas entre los grupos etarios evaluados.

ANEXOS

Anexo 1: Consentimiento Informado mayores de 18 años

Consentimiento Informado dirigido a participantes adultos en el estudio de “Prevalencia de color dental según edad y sexo en pacientes de la Clínica Odontológica de la Universidad de Chile”

Título del Protocolo: “Distribución y frecuencia del color dental según edad y sexo en pacientes de la Clínica Odontológica de la Universidad de Chile”

Investigador Principal: Pablo Angel Aguirre

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

Nombre del Participante:

.....

Este documento de Consentimiento Informado se aplicará a los participantes en el estudio, y consta de dos partes:

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

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

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

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

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

Justificación de la Investigación

Un número importante de los pacientes que se atienden en el dentista acuden para solucionar problemas de apariencia estética. Dentro de estos tratamientos el mejoramiento de color de tapaduras o los blanqueamientos dentales son de alta demanda. Habitualmente para la selección de color de las nuevas tapaduras o el control de los blanqueamientos, el dentista usa unas muestras de color que compara con los dientes del paciente. Sin embargo, este proceso es altamente dependiente de las habilidades del dentista para detectar diferencias o similitudes de color haciendo el proceso altamente subjetivo. Una manera de mejorar esta práctica es usando aparatos de medición de color llamados espectrofotómetros, los cuales debido a su alto costo y dificultad de uso no son incorporados a la práctica diaria habitual.

Se pretende validar un método simple y accesible para tomar color que permita mediciones similares al espectrofotómetro, de tal manera de eliminar el

factor subjetivo y propender a logra tratamientos estéticos mejor integrados con información detallada para el dentista, laboratorio y paciente si éste la requiere.

Objetivo

La presente investigación tiene por objetivo validar el uso de fotografía digital estandarizada en conjunto con el programa Adobe Photoshop para medir color dental.

Beneficios

Al participar del presente estudio, usted ayudará a aportar información en relación al color de los dientes anteriores en individuos chilenos, permitiendo valorar un nuevo procedimiento de registro que permitirá almacenar una imagen de sus dientes junto con información científica de su color, lo que permitirá orientar a los odontólogos para verificar cómo se comporta el color de los dientes en relación a la edad, mejorar los registros para permitir tratamientos que imiten mejor el color de sus dientes, y validar científicamente este nuevo método de determinación de color. Esto, en último término, constituirá un beneficio a futuro para los mismos pacientes entre los que se podrá contar usted mismo. Adicionalmente, usted recibirá una evaluación dental, recibiendo interconsultas y derivaciones en caso de ser necesario tratamiento.

Tipo de Intervención y Procedimiento

Si usted decide participar se le realizarán un set de fotografías dentales de sus dientes anteriores las cuales se tomarán en un ambiente aislado para privacidad con un sistema estandarizado. Para lograr iluminar sólo los dientes, se usará un separador plástico, las fotografías se realizarán bajo iluminación del flash de la cámara. Posteriormente, se registrará el color del diente usando un aparato medidor de color (espectrofotómetro). El proceso total no debiera extenderse más allá de 15 minutos. Todo el procedimiento se realizará en una sola sesión, no necesitando controles.

Riesgos

Usted no correrá ningún riesgo durante y posterior al procedimiento de la investigación debido a que se aplicará un procedimiento protocolizado, no invasivo que consiste básicamente en obtener imágenes de sus dientes anteriores usando dos métodos distintos. El proceso para tomar las imágenes es no invasivo y no produce dolor.

Criterios para selección de los participantes en el estudio

Los criterios de inclusión serán:

- Tener entre 7 a 65 años
- Presentar todos sus dientes anteriores sin restauraciones
- No tener patologías que alteren el color de sus dientes como fluorosis, tinciones por tetraciclina o hipoplasias avanzadas
- No haberse hecho blanqueamiento dental previo^[1]_[SEP]
- Haber leído y aceptado (firmado) el consentimiento informado.

Los criterios de exclusión serán:

- Sujetos con dientes manchados por tetraciclina o fluorosis
- Sujetos en tratamiento de ortodoncia^[1]_[SEP]
- Malposición dentaria
- Sujetos con enfermedad de sus encías

Confidencialidad y difusión de datos.

La información obtenida de la Investigación, respecto de la identificación de participantes, será mantenida con estricta confidencialidad por el investigador. Su nombre y datos personales de este estudio no serán publicados en revistas científicas.

Aclaraciones

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

Carta de Consentimiento Informado

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

9. He leído y comprendido la información anteriormente entregada y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria.
10. Tengo conocimiento del procedimiento a realizar.
11. Conozco los beneficios de participar en la Investigación.
12. El procedimiento no tiene riesgo alguno para mi salud
13. Además de esta información que he recibido, seré informado(a) en cada momento y al requerimiento de la evolución de mi proceso, de manera verbal y/o escrita si fuera necesaria y al criterio del investigador.
14. Autorizo a usar mi caso para investigación y para ser usado como material audiovisual en clases, protegiendo mi identidad.

15. En caso de cualquier duda puede acudir a Dr. Pablo Ángel Aguirre, Departamento de Odontología Restauradora, Sergio Livingstone Polhammer 943 los días lunes y martes o vía telefónica al 29781742 o dirigirse a la Dra. María Angélica Torres, Presidente del Comité Ético Científico, Facultad de Odontología, Universidad de Chile al correo electrónico cec.fouch@odontologia.uchile.cl.

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

Nombre del participante: _____

Firma del participante: _____

Fecha: _____

Sección a llenar por el Investigador Principal

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

Nombre del Investigador Principal:

Firma: _____

Fecha: _____

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

Firma: _____

Fecha: _____

Anexo 2: padres y tutores

Consentimiento Informado dirigido a padres y tutores de menores de 18 años en el estudio de “Prevalencia de color dental según edad y sexo en pacientes de la Clínica Odontológica de la Universidad de Chile”

Título del Protocolo: “Prevalencia de color dental según edad y sexo en pacientes de la Clínica Odontológica de la Universidad de Chile”

Investigador Principal: Pablo Angel Aguirre

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

Nombre del Participante:

.....

Este documento de Consentimiento Informado se aplicará a los padres o tutores de menores de 18 años que participarán en el presente estudio, y consta de dos partes:

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

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

Mi nombre es Pablo Angel Aguirre y soy académico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. Estoy realizando una investigación de la cual le proporcionaré información y a la que su hijo(a) o pupilo(a) ha sido invitado

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

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

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

Justificación de la Investigación

Un número importante de los pacientes que se atienden en el dentista acuden para solucionar problemas de apariencia estética. Dentro de estos tratamientos el mejoramiento de color de tapaduras o los blanqueamientos dentales son de alta demanda. Habitualmente para la selección de color de las nuevas tapaduras o el control de los blanqueamientos, el dentista usa unas muestras de color que compara con los dientes del paciente. Sin embargo, este proceso es altamente dependiente de las habilidades del dentista para detectar diferencias o similitudes de color haciendo el proceso altamente subjetivo. Una manera de mejorar esta práctica es usando aparatos de medición de color llamados espectrofotómetros, los cuales debido a su alto costo y dificultad de uso no son incorporados a la práctica diaria habitual.

Se pretende validar un método simple y accesible para tomar color que permita mediciones similares al espectrofotómetro, de tal manera de eliminar el factor subjetivo y propender a logra tratamientos estéticos mejor integrados con información detallada para el dentista, laboratorio y paciente si éste la requiere.

Objetivo

La presente investigación tiene por objetivo validar el uso de fotografía digital estandarizada en conjunto con el programa Adobe Photoshop para medir color dental.

Beneficios

Al participar del presente estudio su hijo(a) o pupilo(a), ayudará a aportar información en relación al color de los dientes anteriores en individuos chilenos, permitiendo valorar un nuevo procedimiento de registro que permitirá almacenar una imagen de sus dientes junto con información científica de su color, lo que permitirá orientar a los odontólogos para verificar cómo se comporta el color de los dientes en relación a la edad, mejorar los registros para permitir tratamientos que imiten mejor el color de sus dientes, y validar científicamente este nuevo método de determinación de color. Esto, en último término, constituirá un beneficio a futuro para los mismos pacientes entre los que se podrá contar usted mismo. Adicionalmente, su hijo o pupilo recibirá una evaluación dental, recibiendo interconsultas y derivaciones en caso de ser necesario tratamiento.

Tipo de Intervención y Procedimiento

Si usted decide autorizar la participación de su hijo(a) o pupilo(a) se le realizarán un set de fotografías dentales de sus dientes anteriores las cuales se tomarán en un ambiente aislado para privacidad con un sistema estandarizado. Para lograr iluminar sólo los dientes, se usará un separador plástico, las fotografías se realizarán bajo iluminación del flash de la cámara. Posteriormente, se registrará el color del diente usando un aparato medidor de color (espectrofotómetro). El proceso total no debiera extenderse más allá de 15 minutos y sólo se realizará en una sesión, no necesitando controles.

Riesgos

Su hijo(a) o pupilo(a) no correrá ningún riesgo durante y posterior al procedimiento de la investigación debido a que se aplicará un procedimiento protocolizado, no invasivo que consiste básicamente en obtener imágenes de sus dientes anteriores

usado dos métodos distintos. El proceso para tomar las imágenes es no invasivo y no produce dolor.

Criterios para selección de los participantes en el estudio

Los criterios de inclusión serán:

- Tener entre 7 a 65 años
- Presentar todos sus dientes anteriores sin restauraciones
- No tener patologías que alteren el color de sus dientes como fluorosis, tinciones por tetraciclina o hipoplasias avanzadas
- No haberse hecho blanqueamiento dental previo^{[1][2]}_[SEP]
- Haber leído y aceptado (firmado) el consentimiento informado.

Los criterios de exclusión serán:

- Sujetos con dientes manchados por tetraciclina o fluorosis
- Sujetos en tratamiento de ortodoncia^{[1][2]}_[SEP]
- Malposición dentaria
- Sujetos con enfermedad de sus encías

Confidencialidad y difusión de datos.

La información obtenida de la Investigación, respecto de la identificación de participantes, será mantenida con estricta confidencialidad por el investigador. El nombre y datos personales de usted y/o su hijo(a) de este estudio no serán publicados en revistas científicas.

Aclaraciones

1. La participación es completamente voluntaria.
2. No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted o su hijo(a) o pupilo(a), en caso de no aceptar la intervención.

3. Si usted o su hijo(a) o pupilo(a) lo deciden puede retirarse cuando lo desee.
4. No tendrá que efectuar gasto alguno como consecuencia del estudio.
5. No recibirá pago por su participación.
6. Usted podrá solicitar información actualizada sobre el estudio, al investigador responsable.
7. La información obtenida de la Investigación, respecto de la identificación de pacientes, será mantenida con estricta confidencialidad por los investigadores.
8. Si considera que no existen dudas ni preguntas acerca la participación de su hijo(a), puede, si lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa al documento.

Carta de Consentimiento Informado

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

9. He leído y comprendido la información anteriormente entregada y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria.
10. Tengo conocimiento del procedimiento a realizar.
11. Conozco los beneficios de participar en la Investigación.
12. El procedimiento no tiene riesgo alguno para la salud de mi hijo(a) o pupilo(a).
13. Además de esta información que he recibido, seré informado(a) en cada momento y al requerimiento de la evolución del proceso, de manera verbal y/o escrita si fuera necesaria y al criterio del investigador.
14. Autorizo a usar el caso de mi hijo(a) para investigación y para ser usado como material audiovisual en clases, protegiendo su identidad.
15. En caso de cualquier duda puede acudir a Dr. Pablo Angel Aguirre, Departamento de Odontología Restauradora, Sergio Livingstone Polhammer 943 los días lunes y martes o vía telefónica al 29781742 o dirigirse a la Dra. María Angélica Torres, Presidente del Comité Ético

Científico, Facultad de Odontología, Universidad de Chile al correo electrónico cec.fouch@odontologia.uchile.cl.

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

Nombre del participante: _____

Nombre del padre, madre o tutor legal: _____

Firma del, padre, madre o tutor legal: _____

Fecha: _____

Sección a llenar por el Investigador Principal

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

Nombre del Investigador Principal:

Firma: _____

Fecha: _____

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

Firma: _____

Fecha: _____

Anexo 3: Asentimiento Informado

Proyecto de Investigación “**Prevalencia de color dental según edad y sexo en pacientes de la Clínica Odontológica de la Universidad de Chile**”

Académico Responsable: Pablo Angel Aguirre

Asentimiento informado – Participantes de entre 12 a 18 años de edad

Antecedentes Generales

Ud. ha sido invitado a participar en el estudio titulado “**Prevalencia de color dental según edad y sexo en pacientes de la Clínica Odontológica de la Universidad de Chile**”

En la realización de obturaciones, tapaduras o grandes reconstrucciones dentarias, los dentistas debemos seleccionar el color de los materiales a usar para que se parezcan lo más posible a los dientes naturales del paciente. Como esto es un proceso dificultoso, a través de los años se han buscado usar diferentes aparatos de alto costo para realizarlo en forma exacta.

El objetivo de esta investigación es validar la efectividad y exactitud del método fotográfico sumado al uso de un programa de medición de color como es Photoshop para medir color dentario. Para ello, se incluirán en este estudio pacientes voluntarios de entre 7 a 65 años, que asistan a atención a la Clínica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, que tengan todos sus dientes anteriores sanos, completamente erupcionados, que no presenten otras alteraciones de color en la superficie del diente (como por ejemplo fluorosis) y que no sean portadores de aparatos fijos de ortodoncia.

Procedimiento del examen y fotografía

La selección de los participantes será al azar y su participación implica que será examinado/a por un investigador y luego se le realizarán un set de fotografías

dentales de sus dientes anteriores las cuales se tomarán en un ambiente aislado para privacidad con un sistema estandarizado. Para lograr iluminar sólo los dientes, se usará un separador plástico, las fotografías se realizarán usando flash de la cámara. Posteriormente, se tomará el color del diente usando un aparato medidor de color (espectrofotómetro). El proceso total no debiera extenderse más allá de 15 minutos. Todo el procedimiento se realizará en una sola sesión, no necesitando controles y no tiene ningún costo económico para Ud.

Todos los datos obtenidos serán registrados e identificados por el Investigador Responsable mediante códigos para la utilización en este proyecto de investigación. Sus datos personales e identificación serán confidenciales.

En caso de manifestar interés en conocer los resultados de esta investigación, Ud. puede tener acceso a esta información solicitándolo al Investigador Responsable.

Su participación es voluntaria y en cualquier momento puede decidir dejar de participar en este estudio.

Beneficios de Participar en el Estudio

Al participar del presente estudio, usted ayudará a aportar información en relación al color de los dientes anteriores en jóvenes chilenos, permitiendo valorar un nuevo procedimiento de registro que permitirá almacenar una imagen de sus dientes junto con información científica de su color, lo que permitirá orientar a los dentistas al verificar cómo se comporta el color de los dientes en relación a la edad, mejorar los registros para permitir tratamientos que imiten mejor el color de sus dientes, y validar científicamente este nuevo método de determinación de color. Esto, en último término, constituirá un beneficio a futuro para los mismos pacientes entre los que se podrá contar usted mismo. Adicionalmente, usted recibirá una evaluación dental, recibiendo interconsultas y derivaciones en caso de ser necesario tratamiento.

Riesgos de participar en el estudio

El presente estudio no presenta riesgo alguno para los participantes. Su participación será voluntaria y no habrá retribución económica por ello. En caso de tener preguntas o comentarios durante el estudio, Ud. puede contactarse con el Dr. Pablo Angel Aguirre, Investigador Responsable del proyecto, en el teléfono (562) 29781742.

FORMULARIO DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Declaro haber comprendido las explicaciones que se me han facilitado, en un lenguaje claro y sencillo, que mi participación es voluntaria y que en cualquier momento sin necesidad de dar explicación alguna puedo revocar el consentimiento que ahora doy para participar en el presente Proyecto de Investigación, sin consecuencias negativas para mí.

También se me explicó que toda información será confidencial y que mi nombre no aparecerá en los informes finales.

En caso de tener preguntas o comentarios durante el estudio, se me ha informado que puedo contactarme con el Dr. Pablo Angel Aguirre, Investigador Responsable del proyecto, en el teléfono 29781742 y que frente a cualquier duda puedo además consultar con el Presidente del Comité de Ética de la Facultad de Odontología, Dra. M. Angélica Torres Quintana al mail mantorres@odontologia.uchile.cl , teléfono 2978 1791.

Por lo tanto, acepto voluntariamente participar en este estudio.

Identificación del participante

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: __/__/__

Identificación del investigador que toma el CI

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: __/__/__

BIBLIOGRAFÍA

- Agrawal, V. S., & Kapoor, S. (2013). Color and shade management in esthetic dentistry. *Universal Res J Dent*, 3, 120-127.
- Ahmed, H. M. A., & Abbott, P. V. (2012). Discolouration potential of endodontic procedures and materials: a review. *International endodontic journal*, 45(10), 883-897.
- Akarслан, Z. Z., Sadik, B., Erten, H., & Karabulut, E. (2009). Dental esthetic satisfaction, received and desired dental treatments for improvement of esthetics. *Indian Journal of Dental Research*, 20(2), 195.
- Al-Enazi, T. A., & Naik, A. V. (2012). Time to change the shade tab arrangement of shade guides? *international journal of stomatology & occlusion medicine*, 5(3), 115-118.
- American Dental Education Association. (2008). Competencies for the New General Dentist:(As approved by the 2008 ADEA House of Delegates). *Journal of Dental Education*, 72(7), 823-826.
- Arévalo, M., & Larrucea, C. (2012). Recidiva del color dentario por té, café y vino: In vitro. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 5(2), 57-65.
- Aschheim, K. W. (2014). *Esthetic Dentistry-E-Book: A Clinical Approach to Techniques and Materials*. Elsevier Health Sciences.
- Bahannan, S. A. (2014). Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *Journal of dentistry*, 42(1), 48-52.
- Baharin, S. A., Dong, T. Y., & Jing, T. W. (2013). Anterior tooth shade selection procedure: influence of light sources and patient's position. *Sains Malaysiana*, 42(1), 7-11.
- Baltzer A., Kaufmann-Jinoian V. (2004). La determinación del color del diente, *Quintessenz Zahntechnik*.726–740.
- Bamise, C. T., Esan, T. A., Akeredolu, P. A., Oluwatoyin, O., & Oziegbe, E. O. (2017). Color vision defect and tooth shade selection among Nigerian dental practitioners. *Archives of Oral Research*, 3(3).
- Bautista Bonilla, L. M. (2017). *Estudio retrospectivo de los tratamientos estomatológicos más frecuentes realizados en pacientes de la Clínica*

Integral de pregrado de la Facultad de Odontología en el período 2014-2016. Universidad del Ecuador, Quito.

- Bersezio, C., Junior, O. B. O., Arias, R., & Araraquara, R. U. (2015). Relación de la frecuencia del color dentario, según edad y sexo, de un grupo de adultos de la comuna de La Florida, Santiago de Chile. *Revista Dental de Chile*, 106(1), 58-62.
- Bersezio, C., Batista-Oliveira, O., Vildósola, P., Martín, J., Fernández, E., & Angel, P. (2014). Instrumentación para el registro del color en odontología. *Revista Dental de Chile*, 105(1), 8-12.
- Boksman, L. (2007) Shade selection; accuracy and reproducibility. *Ontario Dent.* 2007:24–7
- Caglar, A., Yamanel, K., Gulsahi, K., Bagis, B., & Özcan, M. (2010). Could digital imaging be an alternative for digital colorimeters? *Clinical oral investigations*, 14(6), 713-718.
- Çapa, N., Kazazoğlu, E., & Çalikkocaoğlu, S. (2010). Evaluating factors that affect the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople. *The Journal of the American Dental Association*, 141(1), 71-76.
- Capa, N., Malkondu, O., Kazazoglu, E., & Calikkocaoglu, S. (2011). Effects of individual factors and the training process of the shade-matching ability of dental students. *Journal of Dental Sciences*, 6(3), 147-152.
- Chamorro, A. C. M., Pantoja, J. R., Tejada, S. M. O., & Ojeda-Rosero, L. M. (2015). Color dental en diferentes grupos etarios de Pasto, Colombia. *Revista CES Odontología*, 28(1), 28-39.
- Chang, J. Y., Chen, W. C., Huang, T. K., Wang, J. C., Fu, P. S., Chen, J. H., & Hung, C. C. (2012). Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 28(9), 490-494.
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of dentistry*, 38, e2-e16.
- Conway, B. R., Chatterjee, S., Field, G. D., Horwitz, G. D., Johnson, E. N., Koida, K., & Mancuso, K. (2010). Advances in color science: from retina to behavior. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 30(45), 14955–14963.

- Corciolani, G. (2009). A study of dental color matching, color selection and color reproduction. *PhD Program "Biotechnologies: section of dental biomaterials."* December 11th.
- Corcodel, N., Helling, S., Rammelsberg, P., & Hassel, A. J. (2010) (A) Metameric effect between natural teeth and the shade tabs of a shade guide. *European journal of oral sciences*, 118(3), 311-316.
- Corcodel, N., Rammelsberg, P., Jakstat, H., Moldovan, O., Schwarz, S., & Hassel, A. J. (2010) (B). The linear shade guide design of Vita 3D-master performs as well as the original design of the Vita 3D-master. *Journal of oral rehabilitation*, 37(11), 860-865.
- Da Silva, J. D., Park, S. E., Weber, H. P., & Ishikawa-Nagai, S. (2008). Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 99(5), 361-368.
- Dargahi, H., Einollahi, N., & Dashti, N. (2010). Color blindness defect and medical laboratory technologists: unnoticed problems and the care for screening. *Acta Medica Iranica*, 48(3), 172.
- de Almeida, M. C., Feitosa, F. A., Balducci, I., Pavanelli, C. A., & de Araújo, R. M. (2014). Evaluation of visual perception towards color selection of teeth from different populations by employing color scale, white light and different background contrasts. *Brazilian Dental Science*, 17(2), 63-69.
- Della Bona, A., Barrett, A. A., Rosa, V., & Pinzetta, C. (2009). Visual and instrumental agreement in dental shade selection: three distinct observer populations and shade matching protocols. *dental materials*, 25(2), 276-281.
- Demarco, F. F., Conde, M. C. M., Cavalcanti, B. N., Casagrande, L., Sakai, V. T., & Nör, J. E. (2011). Dental pulp tissue engineering. *Brazilian Dental Journal*, 22(1), 3-13.
- Díaz, P. N., & del Río Highsmith, J. (2007). Estudio comparativo entre sistemas de medición del color en Odontología (espectrofotometría). *Gaceta dental: Industria y profesiones*, (179), 164-175.
- Dudea, D., Lasserre, J. F., Alb, C., Culic, B., Ciutrla, I. S. P., & Colosi, H. (2012). Patients' perspective on dental aesthetics in a South-eastern European community. *Journal of dentistry*, 40, e72-e81.
- Eiffler, C., Cevirgen, E., Helling, S., Zornek, J., Pritsch, M., & Hassel, A. J. (2010). Differences in lightness, chroma, and hue in the anterior teeth of

quinquagenarians and septuagenarians. *Clinical oral investigations*, 14(5), 587-591.

- Eimar, H. (2012). *Tooth Enamel Ultrastructure: Correlation between Composition and Physical Properties*. Universidad McGill, Canadá.
- Elamin, H. O., Abubakr, N. H., & Ibrahim, Y. E. (2015). Identifying the tooth shade in group of patients using Vita Easyshade. *European journal of dentistry*, 9(2), 213.
- Gasparik, C., Tofan, A., Culic, B., Badea, M., & Dudea, D. (2014). Influence of light source and clinical experience on shade matching. *Clujul medical*, 87(1), 30.
- Giesel, M., & Gegenfurtner, K. R. (2010). Color appearance of real objects varying in material, hue, and shape. *Journal of vision*, 10(9), 10-10.
- Gokce, H. S., Piskin, B., Ceyhan, D., Gokce, S. M., & Arisan, V. (2010). Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 103(3), 139-147.
- Goldstein, R. E. (2014). *Esthetics in dentistry*. PMPH-USA.
- Gómez-Polo, C. (2012). *Estudio clínico sobre el color dental en la población de Castilla y León*. Universidad de Salamanca, España.
- Gómez-Polo, C., Gómez-Polo, M., Celemin-Viñuela, A., & De Parga, J. (2014). Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *Journal of dentistry*, 42(6), 742-745.
- Gómez-Polo, C., Gómez-Polo, M., Martínez Vázquez De Parga, J., & Celemin-Viñuela, A. (2015) (B). 3D Master Toothguide according to L*, C*, and h* coordinates. *Color Research & Application*, 40(5), 518-524.
- Gómez-Polo, C., Gómez-Polo, M., Martínez Vázquez de Parga, J., & Celemin Viñuela, A. (2015) (C). Study of the most frequent natural tooth colors in the Spanish population using spectrophotometry. *The journal of advanced prosthodontics*, 7(6), 413-422.
- Gómez-Polo, C., Gómez-Polo, M., Viñuela, A. C., & de Parga, J. (2015) (A). A clinical study relating CIELCH coordinates to the color dimensions of the 3D-Master System in a Spanish population. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(3), 185-190.

- Gómez-Polo, C., Montero, J., Gómez-Polo, M., Parga, J., & Celemin-Viñuela, A. (2017). Natural tooth color estimation based on age and gender. *Journal of Prosthodontics*, 26(2), 107-114.
- Gonzalo-Diaz, D., Johnston, W. M., & Wee, A. G. (2008). Estimating the color of maxillary central incisors based on age and gender. *Journal of prosthetic Dentistry*, 100(2), 93-98.
- Gonçalves, W., Falcón R. M., Piza, E., Freitas, A. & Oliveira de Almeida, E. (2009). Factores que influncian la selección del color en prótesis fija: Revisión de literatura. *Acta Odontológica Venezolana*, 47(4), 136-142.
- Guerra, F., Mazur, M., Corridore, D., Pasqualotto, D., Nardi, G. M., & Ottolenghi, L. (2015). Evaluation of the esthetic properties of developmental defects of enamel: a spectrophotometric clinical study. *The Scientific World Journal*, 2015.
- Gupta, A., Laxmi, G., Nittala, M. G., & Raman, R. (2011). Structural and functional correlates in color vision deficiency. *Eye*, 25(7), 909–917.
- Gurrea, J., Gurrea, M., Bruguera, A., Sampaio, C. S., Janal, M., Bonfante, E., Coelho, P. G. & Hirata, R. (2016). Evaluation of Dental Shade Guide Variability Using Cross-Polarized Photography. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 36(5), e76-81.
- Gutiérrez, A. M., Solís, A. B., & Montes, C. L. (2009). Algunos aspectos que influyen para igualar el color dental. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 66(3), 44-49.
- Haddad, H. J., Jakstat, H. A., Arnetzl, G., Borbely, J., Vichi, A., Dumfahrt, H., & de Parga, J. (2009). Does gender and experience influence shade matching quality? *Journal of dentistry*, 37, e40-e44.
- Hariiri, I., Sadr, A., Nakashima, S., Shimada, Y., Tagami, J., & Sumi, Y. (2013). Estimation of the enamel and dentin mineral content from the refractive index. *Caries research*, 47(1), 18-26.
- Hassel, A. J., Johanning, M., Grill, S., Schröder, J., Wahl, H. W., Corcodel, N., Klotz, A., Rammelsberg, P. & Zenthöfer, A. (2017). Changes of tooth color in middle and old age: A longitudinal study over a decade. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(6), 459-463.
- Ibraheem, N., Hasan, M., Khan, R., & Mishra, P. (2012). Understanding color models: a review. *ARNP Journal of science and technology*, 2(3), 265-275.

- Igiel, C., Lehmann, K. M., Ghinea, R., Weyhrauch, M., Hangx, Y., Scheller, H., & Paravina, R. D. (2017). Reliability of visual and instrumental color matching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(5), 303-308.
- Igiel, C., Weyhrauch, M., Wentaschek, S., Scheller, H., & Lehmann, K. M. (2016). Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. *Dental materials journal*, 35(1), 63-69.
- Ishikawa-Nagai, S., Yoshida, A., Sakai, M., Kristiansen, J., & Da Silva, J. D. (2009). Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *Journal of dentistry*, 37, e57-e63.
- Jaju, R. A., Nagai, S., Karimbux, N., & Da Silva, J. D. (2010). Evaluating tooth color matching ability of dental students. *Journal of dental education*, 74(9), 1002-1010.
- Johnston, W. M. (2009). Color measurement in dentistry. *Journal of dentistry*, 37, e2-e6.
- Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y., & Westland, S. (2008). A review of tooth colour and whiteness. *Journal of dentistry*, 36, 2-7.
- Kalloniatis, M., & Luu, C. (2007). The perception of color. Recuperado de <http://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-gabac-receptors/color-perception/>
- Kanaparthi, R., & Kanaparthi, A. (2011). The changing face of dentistry: nanotechnology. *International journal of nanomedicine*, 6, 2799.
- Khosla, A., Maini, A. P., Wangoo, A., Singh, S., & Mehar, D. K. (2017). Prevalence of Colour Vision Anomalies Amongst Dental Professionals and its Effect on Shade Matching of Teeth. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 11(1), ZC33.
- Khurana, R., Tredwin, C. J., Weisbloom, M., & Moles, D. R. (2007). A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British dental journal*, 203(12), 675.
- Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L., & Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of prosthetic dentistry*, 101(3), 193-199.
- Kröger, E., Matz, S., Dekiff, M., Tran, B. L., Figgenger, L., & Dirksen, D. (2015). In vitro comparison of instrumental and visual tooth shade determination under different illuminants. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(6), 848-855.

- Kuckreja, H., Kuckreja, K. S., Bhullar, D., Nahar, S., Singh, A., & Jain, A. (2017). The prevalence of natural tooth colors in the people of North India. *Indian Journal of Dental Sciences*, 9(4), 251.
- Lagouvardos, P. E., Fougia, A. G., Diamantopoulou, S. A., & Polyzois, G. L. (2009). Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(1), 40-45.
- Lasserre, J. F., Pop-Ciutrla, I. S., & Colosi, H. A. (2011). A comparison between a new visual method of colour matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. *Journal of dentistry*, 39, e29-e36.
- Lee, Y. K., & Yu, B. (2007). Measurement of opalescence of tooth enamel. *Journal of dentistry*, 35(8), 690-694.
- Lee, Y. K., Yu, B., & Lim, H. N. (2010). Lightness, chroma, and hue distributions of a shade guide as measured by a spectroradiometer. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 104(3), 173-181.
- Lee, Y. K., Yu, B., Lim, J. I., & Lim, H. N. (2011). Perceived color shift of a shade guide according to the change of illuminant. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(2), 91-99.
- Lee, Y. K. (2015). Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance. *Journal of Biomedical Optics*, 20(4), 045002.
- Lehmann, K. (2017). *Comparison of visual shade matching and electronic color measurement device* (Department of Prosthodontics, Johannes Gutenberg University Mainz, Alemania).
- Lehmann, K. M., Devigus, A., Igiel, C., Weyhrauch, M., Schmidtman, I., Wentaschek, S., & Scheller, H. (2012). Are dental color measuring devices CIE compliant? *European Journal of Esthetic Dentistry*, 7(3).
- Luo, W., Naeeni, M., Platten, S., Wang, J., Sun, J. N., Westland, S., & Joiner, A. (2017). The in vitro and in vivo reproducibility of a video-based digital imaging system for tooth colour measurement. *Journal of dentistry*, 67, S15-S19.
- Ma, J. F., Du, R. X., Wang, S. Q., & Li, Y. M. (2010). Effects of background, direction and intensity of ambient light, measuring position, and adjacent teeth, on anterior tooth colour measurement in vitro. *The Chinese journal of dental research: the official journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association (CSA)*, 13(2), 147-152.

- Maddia Simmons, C. (2015). *Factores moduladores de la percepción del color dental con métodos objetivos y subjetivos*. Universidad de Salamanca, España.
- Manuel, S. T., Abhishek, P., & Kundabala, M. (2010). Etiology of tooth discoloration-a review. *mouth*, 23(24), 25-26.
- Martinez, C. I. E., Vasconcellos, D. K., Özcan, M., & Volpato, C. A. M. (2014). Clinical Evaluation of the Influence of Illumination during visual shade matching. *Journal of Dental Applications*, 1(5), 95-99.
- Meller, C., & Klein, C. (2012). Fluorescence properties of commercial composite resin restorative materials in dentistry. *Dental materials journal*, 31(6), 916-923.
- Miranda, M. E. (2012). Effect of gender, experience, and value on color perception. *Operative dentistry*, 37(3), 228-233.
- Moncada, G., & Angel, P. (2008). Parámetros para la evaluación de la estética dentaria antero superior. *Revista dental de Chile*, 99(3), 29-38.
- Mortazavi, H., Baharvand, M., & Khodadoust, A. (2014). Colors In Tooth Discoloration: A new Classification and Literature Review. *International Journal of Clinical Dentistry*, 7(1).
- Nakhaei, M., Ghanbarzadeh, J., Amirinejad, S., Alavi, S., & Rajatihaghi, H. (2016). The influence of dental shade guides and experience on the accuracy of shade matching. *J. Contempt. Dent. Pract*, 17(1), 22-26.
- Nakhaei, M., Ghanbarzadeh, J., Keyvanloo, S., Alavi, S., & Jafarzadeh, H. (2013). Shade matching performance of dental students with three various lighting conditions. *The journal of contemporary dental practice*, 14(1), 100.
- Nalbant, A. D., Babaç, Y. G., Türkcan, İ., Yerliyurt, K., Akçaboy, C., & Nalbant, L. (2016). Examination of natural tooth color distribution using visual and instrumental shade selection methods. *Balkan Journal of Dental Medicine*, 20(2), 104-110.
- Öngül, D., Şermet, B., & Balkaya, M. C. (2012). Visual and instrumental evaluation of color match ability of 2 shade guides on a ceramic system. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 108(1), 9-14.
- Ovalle, I. (2012). *Comparación del registro de color dental medido a través de espectrofotometría y programa de análisis de fotografía digital*. (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Facultad de Odontología. Santiago, Chile.

- Özat, P. B., Tuncel, I., & Eroğlu, E. (2013). Repeatability and reliability of human eye in visual shade selection. *Journal of oral rehabilitation*, 40(12), 958-964.
- Panat, A., & Kulkarni, D. (2016). Prevalence of red-green color vision deficiency (cvd) among science students: a. *Hum Biol Rev*.
- Paravina, R. D. (2009). Performance assessment of dental shade guides. *Journal of dentistry*, 37, e15-e20.
- Paravina, R. D., O'Neill, P. N., Swift Jr, E. J., Nathanson, D., & Goodacre, C. J. (2010). Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 2009. *Journal of dentistry*, 38, e34-e40.
- Pecho, O. E., Ghinea, R., Ionescu, A. M., de la Cruz Cardona, J., Paravina, R. D., & del Mar Pérez, M. (2012). Color and translucency of zirconia ceramics, human dentine and bovine dentine. *Journal of dentistry*, 40, e34-e40.
- Pop-Ciutrilă, I. S., Colosi, H. A., Ducea, D., & Badea, M. E. (2015). Spectrophotometric color evaluation of permanent incisors, canines and molars. A cross-sectional clinical study. *Clujul Medical*, 88(4), 537.
- Pritchard, G. (2010). Tolerancing color in presswork - CIE L*a*b* and DeltaE. *The print Guide*. Recuperado de <http://the-print-guide.blogspot.com/2010/04/tolerancing-color-in-presswork-cie-lab.html>
- Riascos, A. M. V. (2015) (A). Alternativas de medición de color en la industria alimentaria: Practicidad y economía. *Libros Editoria UNIMAR*.
- Rizzi, A., Bonanomi, C., Brazzoli, S., Cerutti, A., & Kovacs-Vajna, Z. M. (2018). Assessing appearance in human dental colour space. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization*, 6(1), 59-67.
- Rodrigues, S., Shetty, S. R., & Prithviraj, D. R. (2012). An evaluation of shade differences between natural anterior teeth in different age groups and gender using commercially available shade guides. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 12(4), 222-230.
- Rodríguez, Z. M. H., & Viñuela, A. C. (2009). Estudio clínico del color dental en la población española según sexo y edad. *Gaceta Dental: Industria y Profesiones*, (203), 160-175.
- Rosales, L., Larrucea, C., Castro, R., Acevedo, A., & Leiva, M. (2010). Recidiva del grado de clareamiento dental por té: in vitro. *Herediana*, 20(2), 69-77.

- Salman, A., Habib, S. R., & Azad, A. A. (2011). Scientific and artistic principles of tooth shade selection: a review. *Pakistan Oral & Dental Journal*, 31(1).
- Savas, S., Kavrik, F., Yasa, B., & Kucukyilmaz, E. (2017). Spectrophotometric color analysis of maxillary permanent central incisors in a pediatric population: a preliminary study. *International journal of paediatric dentistry*, 27(5), 420-427.
- Schmeling, M., Maia, H. P., & Baratieri, L. N. (2012). Opalescence of bleached teeth. *Journal of dentistry*, 40, e35-e39.
- Schropp, L. (2009). Shade matching assisted by digital photography and computer software. *Journal of Prosthodontics*, 18(3), 235-241.
- Shammas, M., & Alla, R. K. (2011). Color and shade matching in dentistry. *Trends Biomater Artif Organs*, 25(4), 172-175.
- Sikri, V. K. (2010). Color: Implications in dentistry. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 13(4), 249–255.
- Soldevilla, M. (2014). Evaluación de la concordancia de tres métodos de registro de color dental: guía dentaria, luz polarizada y espectrofotometría. *Universidad Complutense de Madrid*, 17-20.
- SpectroShade Micro — MHT Medical High Technologies (sin fecha) Recuperado de: http://www.mht.it/?page_id=3763
- SpectraShade Micro Quick Star Guide (2014) Descargado de: <http://www.spectroshade.it/en/documentazione/>
- Splieth, C. H., Christiansen, J., & Page, L. A. F. (2016). Caries epidemiology and community dentistry: chances for future improvements in caries risk groups. Outcomes of the ORCA Saturday Afternoon Symposium, Greifswald, 2014. Part 1. *Caries research*, 50(1), 9-16.
- Stevenson, B. (2009). Current methods of shade matching in dentistry: a review of the supporting literature. *Dental update*, 36(5), 270-276.
- Su, F., & Fang, G. (2015). Colour identification using an adaptive colour model. In *Automation, Robotics and Applications (ICARA), 2015 6th International Conference on* (pp. 466-471). IEEE.
- Sulieman, M. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology 2000*, Vol. 48, 2008, 148–169
- Takahashi, M. K., Vieira, S., Rached, R. N., Almeida, J. D., Aguiar, M., & Souza, E. D. (2008). Fluorescence intensity of resin composites and dental tissues

- before and after accelerated aging: a comparative study. *Operative Dentistry*, 33(2), 189-195.
- Tam, W. K., & Lee, H. J. (2012). Dental shade matching using a digital camera. *Journal of dentistry*, 40, e3-e10.
- Tin-Oo, M. M., Saddki, N., & Hassan, N. (2011). Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatments they desire to improve aesthetics. *BMC oral health*, 11(1), 6.
- Tuberoso, C. I. G., Jerković, I., Sarais, G., Congiu, F., Marijanović, Z., & Kuš, P. M. (2014). Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE L* Cab* hab chromaticity coordinates. *Food chemistry*, 145, 284-291.
- Tuncdemir, A. R., Polat, S., Ozturk, C., Tuncdemir, M. T., & Gungor, A. Y. (2012). Color differences between maxillar and mandibular incisors. *European Journal of General Dentistry*, 1(3), 170.
- Twetman, S., & Keller, M. K. (2016). Fluoride rinses, gels and foams: an update of controlled clinical trials. *Caries research*, 50(Suppl. 1), 38-44.
- Ueda, T., Takagi, I., Ueda-Kodaira, Y., Sugiyama, T., Hirose, N., Ogami, K., Mori, K. & Sakurai, K. (2010). Color differences between artificial and natural teeth in removable partial denture wearers. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 51(2), 65-68.
- Vadher, R., Parmar, G., Kanodia, S., Akashi Chaudhary, D., Kaur, M., & Savadhariya, T. (2014) Basics of Color in Dentistry: A Review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences. Volume 13, Issue 9 Ver. I PP 78-85*
- Valor Priego, M. (2014). *Estudio clínico sobre la influencia de la luz ambiental en la toma del color dental*. Universidad Complutense de Madrid, España.
- Villarroel, M., Fahl, N., De Sousa, A. M., & De Oliveira, O. B. (2011). Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(2), 73-87.
- Viñuela, A. C. (2016). *Estudio Comparativo Del Color Dental Según Edad, Género Y Tipo De Diente*. Universidad Complutense de Madrid, España.
- VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG (2018) VITA tooth shade determination. Descargado de: <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/Centro-de-descargas-Informacion-de-los-productos-615,110878.html>

- Walsh, L. J. (2008). Tooth lightening: a new concept for maximizing surface aesthetics. *Australasian Dental Practice*, 19(2), 48-50.
- Xiong, F., Chao, Y., & Zhu, Z. (2008). Translucency of newly extracted maxillary central incisors at nine locations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 100(1), 11-17.
- Xu, Y. (2015). Analysis of the color difference between discolored teeth and corresponding shade tabs in Vitapan Classical shade guide. *Hua xi kou qiang yi xue za zhi= Huaxi kouqiang yixue zazhi= West China journal of stomatology*, 33(4), 388-392.
- Young, H. D. y Roger A. F. (2009) Física universitaria, con física moderna volumen 2. Decimosegunda edición. México. Pearson Educación.
- Yu, B., & Lee, Y. K. (2008). Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *Journal of dentistry*, 36(10), 840-846.
- Yu, B., Ahn, J. S., & Lee, Y. K. (2009). Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *acta odontologica scandinavica*, 67(1), 57-64.
- Yu, B., & Lee, Y. K. (2009). Difference in opalescence of restorative materials by the illuminant. *Dental materials*, 25(8), 1014-1021.
- Žagar, M. & Knezović Zlatarić, D. (2011), Influence of Esthetic Dental and Facial Measurements on the Caucasian Patients' Satisfaction. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(1): 12-20.