

**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGIA
DOCTORADO “AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGIA”

**“FACTORES MODULADORES DE LA
PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL CON
MÉTODOS OBJETIVOS Y SUBJETIVOS”.**

TESIS DOCTORAL

CAROLINA MADDIA SIMMONS

2015



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE CIRUGIA
DOCTORADO “AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGIA”

“FACTORES MODULADORES DE LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL CON MÉTODOS OBJETIVOS Y SUBJETIVOS”.

TUTORES:

Dr. Javier Montero Martín.

Dr. Alberto Albaladejo.

Dra. Cristina Gómez Polo.

TESIS DOCTORAL

CAROLINA MADDIA SIMMONS

2015

**PRF. DR. D. FRANCISCO SANTIAGO LOZANO SÁNCHEZ. DIRECTOR
DEL DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE
LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA.**

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Tesis Doctoral, titulado " *FACTORES MODULADORES DE LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL CON MÉTODOS OBJETIVOS Y SUBJETIVOS* ", ha sido realizado por Doña Carolina Maddía Simmons, en el Departamento de Cirugía de la Universidad de Salamanca, cumpliendo los requisitos necesarios para su presentación y defensa ante el tribunal evaluatorio.

Y para que así conste donde convenga y obren los efectos oportunos, expido el presente certificado en Salamanca a 15 de Noviembre de 2015.

Fdo: Prf Dr. D. Francisco Santiago Lozano Sánchez

Director del Departamento de Cirugía



DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA
FACULTAD DE MEDICINA
ALFONSO X EL SABIO S/N
37007 SALAMANCA

D. Javier Montero Martín

PROFESORES DOCTORES DEL

D. Alberto Albaladejo Martínez

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA

D^a Cristina Gómez Polo

DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA.

CERTIFICAN:

Que la Tesis Doctoral titulada: *FACTORES MODULADORES DE LA PERCEPCIÓN DEL COLOR DENTAL CON MÉTODOS OBJETIVOS Y SUBJETIVOS* de la que es autora **Doña Carolina Maddía Simmons** ha sido realizada en el Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina bajo nuestra codirección y supervisión, reuniendo, en nuestra opinión todos los requisitos para ser presentada y defendida para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Salamanca.

Lo que firmamos en Salamanca a 15 de Noviembre de 2015 para que así conste a los efectos oportunos donde convenga.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, ser maravilloso que me dio la fuerza y fe para lograr esta meta, y mantenerme en todo momento a la lucha contra las tempestades que tuve en este largo camino. Gracias por llevarme hasta donde no imaginaba.

A la **Universidad de Salamanca**, la cual durante tanto tiempo, ha sido mi casa de estudio y donde me he sentido acogida por todos sus integrantes.

A mi Tutor Principal, el Prof. Dr. **D. Montero Martin**, por su apoyo total y constante, desde el inicio de la tesis, así como su amabilidad, paciencia infinita, y observador de todos los detalles, desde el comienzo de este nuevo logro.

A mis otros Tutores: Los Prof. Dr. **D. Albaladejo Martínez**, por recibirme en su oficina, atender mi proyecto desde el mismo momento, y en el que me sentía tan desorientada. Infinitas gracias x su direccionamiento y sabiduría. Asimismo, a la Prof. Dra. **D^a. Gómez Polo**, por su constante disposición y su gran colaboración como especialista en abordaje del tema relacionado al Color. A todos ellos, gracias por hacer posible la consolidación del presente trabajo.

A **D. Jorge Gómez Rosas**, quien sin dudarlo, me obsequió gran parte del valioso material, correspondiente a la Fabrica: VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, (Alemania); para que sirviera de recurso en la consecución de este estudio.

Al Ingeniero Electricista, **D. David Álvarez de San Morales**, quien diseño, según los estatutos preestablecidos, de manera exitosa, una indispensable herramienta para la evaluación de dicha investigación.

A mi cuñado el Prof. Dr. **D. Bladimir Mendoza Querales**, por su gran contribución en lo referente a la Universidad de Carabobo, conjuntamente con sus estudiantes y colegas que integran esta institución; por sus valiosas aportaciones, así como su gran calidad humana demostrada en años, con su extraordinaria amistad.

A mi bella amiga **D^a. Yuraima Hurtado de García**, por siempre estar presente en mis risas, tristezas, preocupaciones, y por enseñarme el verdadero sentido de la amistad que por momentos pensé, no existía.

Finalmente, a todos y cada uno (Docentes, estudiantes, amigos y demás), que de una u otra manera, aportaron directa o indirectamente, parte del fruto que hoy les presento.

DEDICATORIA

A mi **Madre**, por ser el pilar más importante, darme la vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo absoluto.

A mi **Padre**, quien con sus consejos, ha sabido guiarme constantemente a lo largo de toda mi vida, personal y profesional.

A mis **Hermanos**, por ser mis grandes amigos, y darme las alegrías de tener tan maravillosos sobrinos, y que por esta razón que ahora he de culminar, no disfrute al máximo su crecimiento, pero sin embargo, siempre están conmigo.

A mi Esposo **Omar Mendoza**, que en tantos años juntos, ha sabido apoyarme para continuar cada meta y nunca renunciar; por compartir momentos significativos siempre a mi lado; por su enorme y valiosa ayuda, impulsándome a terminar este proyecto desde que se inició dicha solicitud para mi ingreso; por su ánimo perseverante aún en la distancia y su amor incondicional.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. El Color.....	17
1.1.1. <i>Propiedades del Color.</i>	21
1.1.1.1. Tinte (Hue o Tonalidad)	21
1.1.1.2. Valor o Luminosidad.	22
1.1.1.3. Saturación o Brillo.	23
1.1.2. <i>Percepción Visual del color.</i>	25
1.2. El Color Dental.....	26
1.2.1. <i>Propiedades Ópticas Dentales.</i>	28
1.2.2. <i>Factores que influyen para determinar el Color Dental.</i>	29
1.2.3. <i>Diferencias de Color.</i>	33
1.2.4. <i>Espacio del Color.</i>	34
1.2.4.1. CIE xyz1936.	35
1.2.4.2. CIE 1676 (L*a*b*).	36
1.2.4.3. CIEDE 2000.	38
1.3. Métodos para evaluar el Color.....	38
1.3.1. <i>Método Visual.</i>	39
1.3.1.1. VITA Classic Guide.	40
1.3.1.2. VITA Toothguide 3D-Master.	42
1.3.2. <i>Método Instrumental.</i>	44
1.3.2.1. Espectrofotómetros digitales dentales.	45
1.3.2.2. Cámaras digitales y sistemas de imagen.	47 4
1.4. Los operadores y su relación con la medición del color.....	48
1.4.1. <i>Experiencia de los operadores.</i>	48
1.4.2. <i>Aspectos sociodemográficos que pueden influir al operador en la medición.</i>	48

1.5. Investigaciones desarrolladas en el campo de la medición.....	49
2. JUSTIFICACIÓN.....	52
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	54
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	55
4.1. Muestra.....	55
4.2. Materiales.....	56
4.2.1. <i>Modelo de Estudio.</i>	56
4.2.2. <i>Lamina Gris.</i>	57
4.2.3. <i>Caja de Iluminación.</i>	57
4.2.4. <i>Test de Ishihara.</i>	58
4.2.5. <i>Guía de Colores VITA Classic Guide.</i>	60
4.2.6. <i>Guía de color Toothguide 3D Máster (VITA-Zahnfabrick).</i>	61
4.2.7. <i>Espectrofotómetro Easyshade Advance (VITA-Zanhfabric).</i>	64
4.2.5 Dientes artificiales empleados en el estudio.	66
4.3. Métodos.....	71
4.3.1. <i>Metodología de Ensayo.</i>	77
4.3.2. <i>Variables.</i>	79
4.3.3. <i>Análisis de Datos.</i>	80
5. RESULTADOS.....	83
6. DISCUSIÓN.....	105

7. CONCLUSIONES.....	114
8. REFERENCIAS.....	115
9. ANEXOS.....	128
I. Consentimiento Informado	128
II. Aprobación del Comité de Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Salamanca.	129
III. Ficha de Recogida de Datos.	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		p.p.
1	Tono.	21
2	Luminosidad.	22
3	Saturación.	23
4	Modelo de Munsell.	24
5	Posición del espacio cromático dental dentro de los espacios cromáticos CIELab y CIE L*C*h*.	34
6	Diagrama de cromaticidad CIE XY.	36
7	El espacio cromático CIE Lab con el eje de luminosidad vertical L* y los ejes horizontales de color a* y b*.	37
8	Modelo VITA Classic Guide.	40
9	VITA Classic Guide.	41
10	Modelo VITA Toothguide 3D-Master Guide.	43
11	Espectrofotómetro Easyshade Advance de Vita.	45
12	Modelo de Estudio.	56
13	Caja de Iluminación diseñada según parámetros de otros estudios realizados anteriormente.	58
14	Test de Ishihara.	60
15	Conversion Numerica de la escala VITA Classic.	60
16	Espectrofotómetro VITA EasyShade Advance.	64
17	Dientes artificiales empleados en el estudio (VITA Physiodens).	69
18	Modelo Inicial y socavado de los orificios para la colocación de los dientes.	71
19	Selección y ubicación de los dientes al modelo inicial.	71
20	Mezcla del reactor/pasta Base de la Silicona por Condensación.	72
21	Resultado de la Impresión y reubicacion de los dientes de estudio.	72
22	Aplicación del Adhesivo al Modelo de Trabajo.	73

23	Reubicación de la Silicona al modelo de estudio.	73
24	Resina Acrílica de consistencia fluida insertada al modelo.	74
25	Contorneado de bordes a la resina acrílica al modelo de estudio.	74
26	Temperatura en horno para polimerizado de resina acrílica.	75
27	Eliminación de excesos del acrílico al modelo de estudio.	75
28	Pulido del modelo de estudio.	76
29	Modelo patrón de ensayo finalizado.	76
30	Colocación del aparato para calibración automática del Espectrofotómetro.	77
31	Calibración Manual del Espectrofotometro.	78
32	Lecturas espectrofotométricas de las coordenadas del color.	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		p.p.
1	Diferencia de color y evaluación.	33
2	Estudios sobre medición del color dental	50
3	Tabla de Datos Técnicos de Espectrofotómetro VITA Easyshade Advance.	65
4	Equivalencia aproximada entre Vita Classic y Toothguide 3DMaster	81
5	Caracterización de la muestra en estudio a partir de la edad, el género y el país de procedencia según la experiencia en color dental.	83
6	Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #13 (Color 3M3 según el Fabricante: VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania), en función del nivel de experiencia en color dental.	84
7	Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #12 (Color 3R1.5 según el Fabricante: VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania), en función del nivel de experiencia en color dental.	85
8	Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #11 (Color 3M1 según el Fabricante: VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania), en función del nivel de experiencia en color dental.	87
9	Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #21 (Color 2M1 según el Fabricante: VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania), en función del nivel de experiencia en color dental.	88
10	Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #22 (Color 3L1.5 según el Fabricante:	

	VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania), en función del nivel de experiencia en color dental.	90
11	Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #23 (Color 2M3 según el Fabricante: VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania), en función del nivel de experiencia en color dental.	91
12	Rendimiento operativo (comodidad, intuición y rapidez) de cada método en función de su nivel de experiencia con respecto al registro del color dental (n=113).	93
13	Descripción de la igualdad cromática percibida tras el ensayo con los 3 métodos en función del nivel de formación sobre el registro del color dental.	94
14	Comparación del tiempo promedio de identificación con los tres métodos en función del nivel de experiencia sobre el registro del color dental.	95
15	Descripción de la concordancia intra-observador entre la primera y segunda evaluación del color de los 6 dientes patrones con los 3 métodos de ensayo (n=18).	96
16	Descripción de aciertos y fallos en la toma de color idénticos, según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental (basándonos en la Guía Vita Classic).	97
17	Descripción de aciertos y fallos en la luminosidad, según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental (basándonos en la Guía Vita Classic).	98
18	Descripción de aciertos y fallos en el HUE según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental tomando como patrón de comparación el método.	99
19	Comparación del promedio de aciertos totales, en luminosidad, y HUE en función del nivel de experiencia sobre el registro del color	

	dental.	100
20	Descripción de aciertos y errores en el reconocimiento del color según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental con el uso del método 1 (Guía Vita Classic).	100
21	Descripción de aciertos y errores en el reconocimiento del color, según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental con el uso del método 2 (Toothguide 3D Master).	101
22	Descripción de aciertos y errores en el reconocimiento del color, según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental con el uso del método 3 (EasyShade Advance).	102
23	Descripción de aciertos y errores en el reconocimiento del color en los dientes incluidos, según los métodos estudiados (Vita Classic; Toothguide 3D Master y EasyShade Advance).	103

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El Color.

El color es una sensación complicada, resultante de una serie de fenómenos percibidos simultáneamente. Existe una reflexión diferencial de las diversas radiaciones luminosas del espectro visible cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 380 y 780 nm, como consecuencia, al llegar al ojo, se produce la excitación de ciertos centros del corte por los influjos nerviosos procedentes de las células fotosensibles de la retina ⁽¹⁾. Por lo tanto, podemos afirmar que, al ser un fenómeno puramente cerebral, es subjetivo y puede variar de una persona a otra.

Por otra parte, el color es el resultado de las longitudes de onda que son irradiadas o atraídas por la superficie de un objeto, sin embargo ese color no existiría sin la intervención de nuestros ojos que captan esas radiaciones electromagnéticas, de un cierto rango, que luego son transmitidas al cerebro ⁽²⁾. Además, el color es una percepción visual que se genera en el cerebro al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores de la retina del ojo y que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético ⁽³⁾.

Desde el punto de vista de la física, explican el color como una función de la luz, según una teoría vigente. Por otro lado, el color posee una identidad múltiple, es luz, pigmento, sensación e información; el color es un desatino más de los que el sentido común puede ofrecernos en lo referente a la percepción. Asimismo, es un fenómeno físico químico asociado a las innumerables combinaciones de la luz, así como también relacionado con las diferentes longitudes de ondas en la zona visible del espectro electromagnético, que perciben las personas y animales a través de los órganos de la visión, como una sensación que nos permite diferenciar los objetos y su morfología con mayor precisión ⁽⁴⁾.

En el mismo orden de ideas, algunos autores afirman que todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas electromagnéticas y refleja las restantes. Las ondas reflejadas son captadas por el ojo e interpretadas en el cerebro como colores según las longitudes de ondas correspondientes. El ojo humano sólo percibe las longitudes de onda cuando la iluminación es abundante. A diferentes longitudes de onda captadas en el ojo corresponden distintos colores en el cerebro ^(3,4).

El color es más que un fenómeno óptico y que un medio técnico. Se manifiesta en otros ámbitos del ser humano, como el físico, el fisiológico, el perceptual, el psicológico, entre otros. Los colores tienen la capacidad de afectarnos o influenciarnos, e incluso de llevarnos a diferentes sensaciones. Esto es producto de un fenómeno psicofisiológico, como también por un fenómeno puramente psicológico ⁽⁵⁾.

Cabe destacar que el color ha sido estudiado, analizado y definido por científicos, físicos, filósofos y artistas. Cada uno en su campo y en estrecho contacto con el fenómeno del color, llegaron a diversas conclusiones, coincidentes en algunos aspectos o bien que resultaron enriquecedoras para posteriores estudios.

En primer lugar encontramos al filósofo Aristóteles (384 - 322 AC), quien definió que todos los colores se conforman con la mezcla de cuatro colores y además otorgó un papel fundamental a la incidencia de luz y la sombra sobre los mismos. Estos colores que denominó como básicos eran los de tierra, el fuego, el agua y el cielo. Siglos después, Leonardo Da Vinci (1452-1519) quien también consideraba al color como propio de la materia, avanzó aún más definiendo la siguiente escala de colores básicos: primero el blanco como el principal ya que permite recibir a todos los demás colores, después en su clasificación seguía amarillo para la tierra, verde para el agua, azul para el cielo, rojo para el fuego y negro para la oscuridad, ya que es el color que

nos priva de todos los otros. Con la mezcla de estos colores obtenía todos los demás, aunque también observó que el verde también surgía de una mezcla ⁽⁶⁾.

Sin embargo, fue Isaac Newton quien estableció un principio hasta hoy aceptado: “la luz es color”. En 1665 Newton descubrió que la luz del sol al pasar a través de un prisma, se dividía en varios colores conformando un espectro. Así es como observa que la luz natural está formada por luces de seis colores, cuando incide sobre un elemento absorbe algunos de esos colores y refleja otros. Con esta observación dio lugar al siguiente principio:” todos los cuerpos opacos al ser iluminados reflejan todos o parte de los componentes de la luz que reciben”. Por lo tanto, cuando vemos una superficie roja realmente estamos viendo una superficie de un material que contiene un pigmento el cual absorbe todas las ondas electromagnéticas que contiene la luz blanca con excepción de la roja, la cual al ser reflejada, es captada por el ojo humano y decodificada por el cerebro como el color denominado rojo ⁽⁶⁾. En consecuencia, al haber mayor reflexión de luz mayor intensidad del color, a menor reflexión de luz mayor saturación.

En los siguientes cincuenta años, el interés por el color fue considerable, de forma que numerosas teorías fueron enunciadas (Brewster, Grassmann y Helmholtz) ^(7,8), sin embargo es Maxwell en 1895 quien realizó las primeras medidas visuales para comprobar la validez de la hipótesis tricromática, comprobó su exactitud y unificó las teorías existentes en la época sobre la visión de los colores. Poco antes, Grassman estableció las leyes fundamentadas que ponen las bases de la estructura matemática para la medida del color, y que todavía hoy perduran. Los resultados de Maxwell condujeron a representar los colores por tres números y, por consiguiente, poder localizarlos como un punto en un espacio geométrico ^(7,9).

Finalmente, nos encontramos en 1905 con el profesor Albert Münsell quien desarrolló un sistema mediante el cual ubica en forma precisa a los colores en un

espacio tridimensional. Además define los atributos o propiedades del color: Matiz, Valor y Saturación ⁽⁶⁾.

En cuanto al color en la restauración dental, el nivel de exigencia en la estética de las restauraciones se ha elevado de forma impresionante en los últimos años, lo que ha obligado a los profesionales de la Odontología a explorar en este terreno para dar satisfacción a la demanda social existente en este aspecto. Por ello, los materiales dentales disponibles en la actualidad, ofrecen la posibilidad de imitar la estética natural del diente, siempre y cuando se acierte con el adecuado para una situación, por tanto, el primer paso para obtener un éxito de una restauración dental en estética dental es realizar la correcta identificación del color del diente a imitar y el material que más se aproxime a él, y comunicarlo al laboratorio si se va a confeccionar allí la restauración.

En otro orden de ideas, un estudio realizado en Venezuela en el año 2009 sobre los factores que influyen la selección del color en prótesis fija ⁽¹⁰⁾, concluye que el color es un determinante importante en la apariencia estética de restauraciones metálico-cerámicas y totalmente cerámicas. A la hora de la elección del color, surgen diferencias estructurales que existen entre coronas metálico-cerámicas y dientes naturales, las limitaciones para reproducir las características de la dentadura natural, el limitado rango de matices de las guías de colores, la inadecuada, y diferente composición de los materiales cerámicos.

Por ello, se debe tomar especial atención a los parámetros que pueden influir en la alteración del color e intentar disminuirlos o evitarlos. Además, una correcta comunicación de con el laboratorio dental puede dar como resultado restauraciones estéticas con alto grado de naturalidad.

1.1.1 Propiedades del Color.

Las propiedades del color (también llamados atributos o parámetros del color) son básicamente elementos diferentes que hacen único un determinado color, le hacen variar su aspecto y definen su apariencia final. Ellas están basadas en uno de los modelos de color más aceptados actualmente, realizado por Albert Münsell en 1905. En el modelo de Münsell, podemos encontrar las siguientes propiedades:

1.1.1.1. Tinte (Hue o Tonalidad).

Denominado también tono, tinte y color, es la propiedad del color que se refiere al estado puro del color, el color puro al cual más se acerca. Es la cualidad por la cual diferenciamos y damos su nombre al color. Es el estado puro, sin el blanco o el negro agregados, y es un atributo asociado con la longitud de onda dominante en la mezcla de las ondas luminosas. Es la sumatoria de longitudes de onda que puede reflejar una superficie. El tinte permite distinguir el rojo del azul, y se refiere al recorrido que hace un tono hacia uno u otro lado del círculo cromático, por lo que el verde amarillento y el verde azulado serán tintes diferentes del verde. Además, existe un orden natural de los tintes: rojo, amarillo, verde, azul, violeta; y se pueden mezclar con los colores cercanos para obtener una variación continua de un color al otro ⁽⁹⁾.

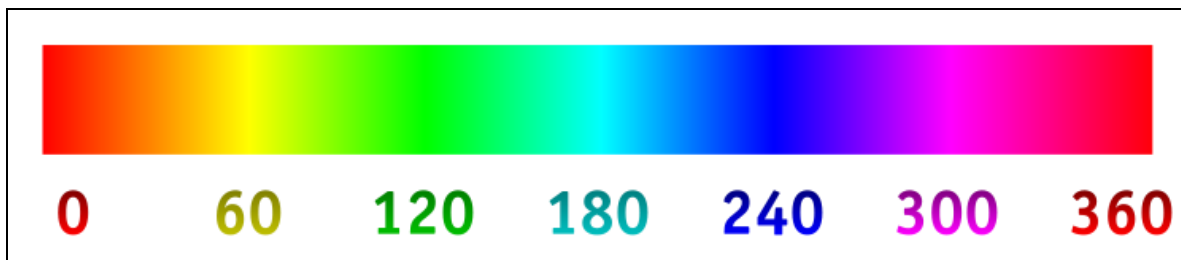


Figura 1. Tinte, en el espacio de color HSL/HSL codificación RGB. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Tono_%28color%29#/media/File:HueScale.svg

1.1.1.2. Valor o luminosidad.

Es un término que se usa para describir cuán claro o cuán oscuro parece un color y se refiere a la cantidad de luz percibida. Independientemente de los valores propios de los colores, pues éstos se pueden alterar mediante la adición de blanco que lleva el color a claves o valores de luminosidad más altos, o de negro que los disminuye. Los colores que tienen un valor alto (claros), reflejan más luz y los de valor bajo (oscuros) absorben más luz. Dentro del círculo cromático, el amarillo es el color de mayor luminosidad (más cercano al blanco) y el violeta el de menor (más cercano al negro).

Es una propiedad importante, ya que va a crear sensaciones espaciales por medio del color. Así, porciones de un mismo color con fuertes diferencias de valor, definen porciones diferentes en el espacio, mientras que un cambio gradual en el valor de un color (gradación) va a dar sensación de contorno, de continuidad de un objeto en el espacio. La descripción clásica de los valores corresponde a claro (cuando contiene grandes cantidades de blanco), medio (cuando contiene cantidades de gris) y oscuro (cuando contiene grandes cantidades de negro). Una escala de valores tonales tiene como extremos el blanco y el negro ⁽⁹⁾.

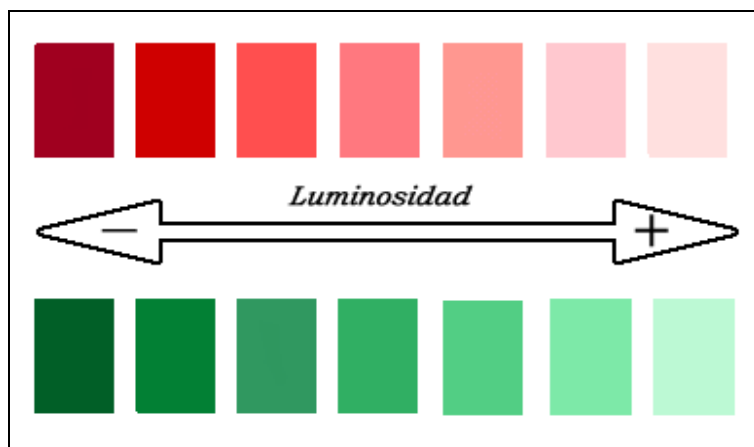


Figura 2. Valor o Luminosidad. Fuente: <http://diegisplastica.logspot.com/2013/02/el-color.html>

1.1.1.3. Saturación Intensidad o Cromo.

Este concepto representa la viveza o palidez de un color, su intensidad, y puede relacionarse con el ancho de banda de la luz que estamos visualizando. Los colores puros del espectro están completamente saturados. Un color intenso es muy vivo, cuando más se satura el color, mayor es la impresión de que el objeto se está moviendo.

Esta propiedad diferencia un color intenso de uno pálido. También ésta, puede ser definida por la cantidad de gris que contiene un color: mientras más gris o más neutro es, menos brillante o menos saturado es, y por lo tanto, menos vivo. Cualquier cambio hecho a un color puro, automáticamente baja su saturación. Cada uno de los colores primarios tiene su mayor valor de intensidad antes de ser mezclados con otros. La saturación o intensidad puede controlarse de cuatro maneras: tres de ellas consisten en la adición de un neutro, blanco, negro o gris; y la cuarta manera consiste en agregar el pigmento complementario ⁽⁹⁾.

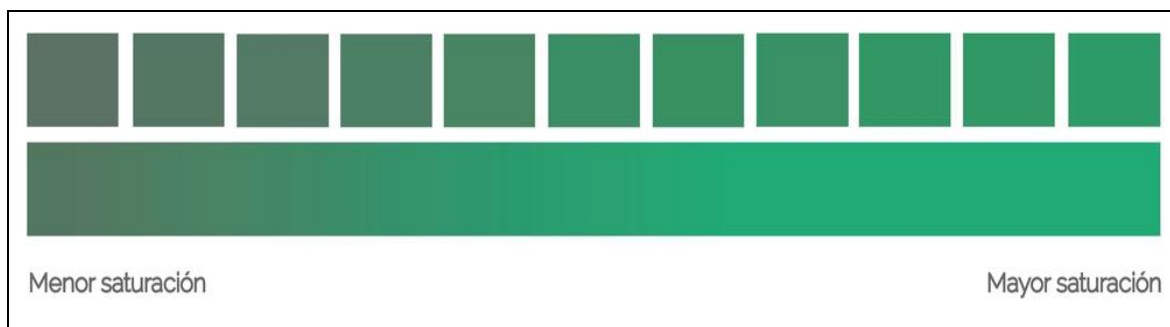


Figura 3. Saturación. Fuente: <http://laura-arellano.com/blog/2014/8/6/uncoloresolouncolor>

Una vez conocidas las dimensiones básicas del color es competencia del profesional de la odontología conocer la Esfera de Munsell, donde se representan tridimensionalmente, de forma ordenada y clasificada, las propiedades de todos los colores del espectro. En el Modelo de Munsell se puede apreciar un eje principal que es el lugar donde se representan los colores que van desde el blanco hasta el negro

(extremo superior e inferior respectivamente), su simetría polar en el eje horizontal indica, mediante el módulo del radio vector la saturación (croma) del color, cuyo tono está dado por el ángulo de ese radio vector con el eje de coordenadas.

Este modelo se divide en 10 sectores que contienen los matices principales incluyendo los matices fundamentales y los matices intermedios (rojo, amarillo-rojo, amarillo, verde-amarillo, verde, azul-verde, azul, púrpura-azul, púrpura y rojo-púrpura). Cada matiz principal se divide en diez partes, ocupando este el centro de la partición. En los límites entre la partición de dos principales se sitúan los matices secundarios. La expresión de los matices principales y secundarios se realiza mediante letras. En la denominación del color, la letra indica el sector tonal o matiz, el número que le acompaña indica el subsector o tonalidad. El primer número que sigue indica el valor o luminosidad. La siguiente cifra señala la saturación o croma ^(11, 12,13).

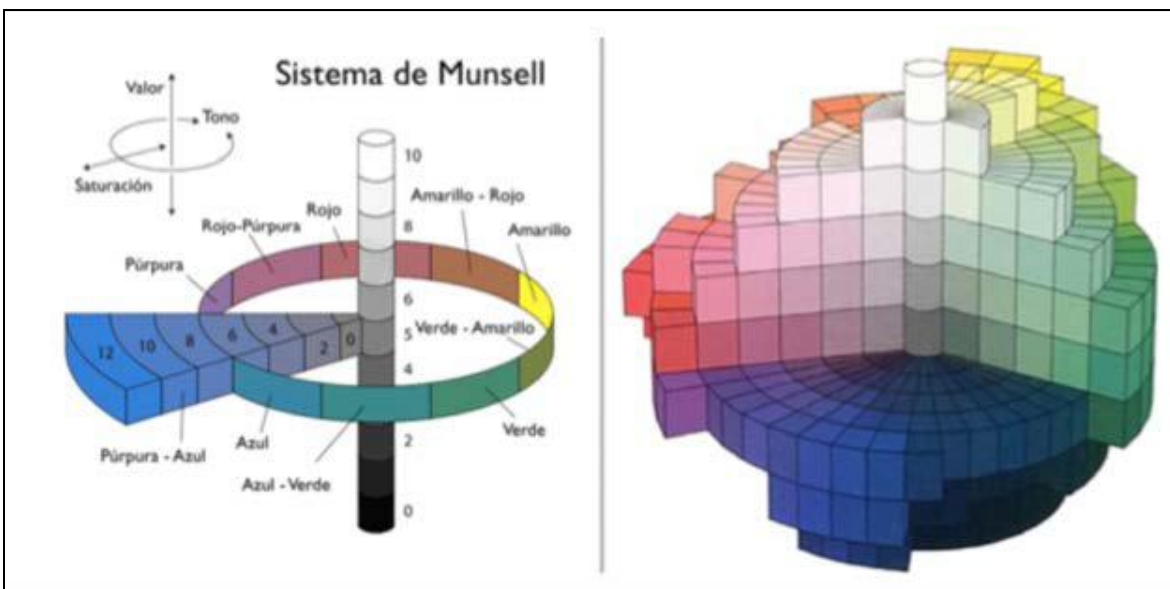


Figura 4. Modelo de Munsell, quien concibió las relaciones como un árbol cuyo tronco representa el valor, las ramificaciones en varios ángulos los matices y la distancia a lo largo del eje de cada ramificación, el croma. Fuente: <http://www.molinaripixel.com.ar/2011/08/01/el-sistema-munsell-como-herramienta-fotografica/>

Tomando en cuenta lo expresado anteriormente, y desde el punto de vista del color en la restauración dental, a estas tres propiedades se debe añadir una

cuarta, que hace referencia a todas las características cromáticas que caracterizan al diente al margen del color promedio del mismo, y que son fundamentales a la hora de la reproducción del color de un diente.

1.1.2. Percepción visual del color.

La percepción del color es una respuesta fisiológica a un estímulo físico ⁽¹³⁾. La materia es totalmente incorpórea y lo que hace que un objeto sea percibido con un determinado color responde, por una parte, a las propiedades de la luz incidente en el objeto, es decir, a las características de la radiación visible necesaria para iniciar todo proceso de visión humana (ya sea cromática o no). En segundo lugar, a las propiedades químicas de la materia de la que están formados los cuerpos, algo que afectará sensiblemente a la interacción de la luz con estos últimos y, por último, al sistema visual humano que será el que determine la sensación cromática final percibida por nuestro cerebro, según las ondas de luz transmitidas o reflejadas por el objeto que han penetrado en el ojo humano. Por este último factor, una determinada muestra de color no es percibida exactamente igual por dos observadores ⁽¹⁴⁾.

Por otra parte, de la serie de colores que componen el espectro visible se pueden diferenciar tres colores primarios y secundarios obtenidos de los primeros. Estos colores primarios constituyen el denominado sistema RGB y son: el rojo, verde y azul. Los colores secundarios se obtienen sumando los primarios, de forma que el amarillo, por ejemplo, es la suma de verde y rojo. Los tres colores primarios juntos dan el color blanco, mientras que la mezcla de los secundarios produce el color negro. Ésta es la teoría aditiva del color. La teoría sustractiva, en cambio, está basada en restar luz eliminando longitudes de onda determinadas del espectro incidente mediante filtros o bien mediante absorción y dispersión de la luz ^(15, 16).

Por ello, la interpretación de los datos visuales captados por el ojo la realiza el cerebro. Esta interpretación se elabora aplicando una serie de mecanismos (leyes perceptivas), comparando lo que se observa con lo que se conoce y realizando un juicio sobre lo que se cree que está condicionado por las características psicológicas y culturales de cada individuo.

Por otra parte, en el proceso de percepción visual intervienen elementos físicos externos al observador, como son los objetos que nos rodean, la luz que ilumina y las condiciones en que se realiza la observación. Durante este proceso, el cerebro también elabora una interpretación de esos datos que es el resultado de un proceso psicológico interno relacionado con el conocimiento de los hechos y de las cosas, así como de las características propias de cada observador ^(12, 17).

1.2. El Color Dental.

El color de los dientes es variable en cada persona (al igual que el color de los ojos o el cabello) por lo tanto no se considera un parámetro estable, puesto que varía de un individuo a otro, de una dentición a otra o incluso a lo largo del tiempo en un mismo diente. También viene condicionado genéticamente, lo cual nos viene definido por el color de la dentina y el grosor y calidad del esmalte. El esmalte es translúcido y prácticamente no tiene color, en función de su grosor y calidad (grado de mineralización) deja que se “transparente” más o menos el color de la dentina. Mientras la dentina es de un tono amarillento, en función de su grosor y calidad es más o menos amarillenta ⁽¹⁸⁾. Las variaciones del color dental que podemos encontrar vienen determinadas por:

La edad: las personas de edad más avanzada tienen espesores más finos de esmalte debido a su desgaste dental. Por este motivo, solemos apreciar en sus dientes un color más amarillento ⁽¹⁸⁾.

Raza/Color de la piel: la relación entre el color dental y el color de piel es inversamente proporcional. Es decir, las personas de piel más oscura suelen tener unos dientes más claros. Aunque también se debe, en parte, al efecto visual. En verano, cuando nuestra piel se broncea también parece que los dientes están más claros⁽¹⁸⁾...

El diente: existen variaciones en función del diente observado. Los caninos suelen tener una capa mucho más gruesa de dentina y por ello suelen ser dientes que tienen un tono un poco más oscuro que el resto de dientes de la misma arcada dental. También hay variación en función de la dentición observada, así la dentición decidua (de leche o infantil) es siempre mucho más blanca y luminosa que la permanente. De aquí viene el nombre de dentición de leche, por el color blanco lechoso que tiene⁽¹⁸⁾.

Región del diente: el área más estable de color de un diente es el área central. Si un diente lo dividimos en tres partes nos daremos cuenta de que la parte incisal es más translúcida y más clara (puesto que apenas presenta dentina) y la parte cervical presenta una tonalidad algo más oscura que la parte central (puesto que es la zona más cercana a la raíz y hay una mayor saturación de dentina).

Todas estas variaciones se dan en personas sin alteraciones intrínsecas de color y en condiciones normales. Hay que tener en cuenta, eso sí, que aparte de todo lo explicado influyen factores externos y hábitos, como la dieta, que nos pueden provocar un color más oscuro y menos deseado en los dientes. Así como el propio cuidado oral del paciente, en especial la higiene bucal que lleve a cabo⁽¹⁸⁾.

Por otra parte, Ovalles señala en su estudio realizado en Chile en el año 2012, que el color de los dientes está influenciado por una combinación de su color propio y la presencia de manchas intrínsecas y extrínsecas. El color intrínseco del diente está asociado con las propiedades de dispersión y absorción de la luz del esmalte y de la dentina, siendo las propiedades de la dentina muy importantes en determinar el color general del diente. Una mancha intrínseca puede ser causada por compuestos químicos como fluoruros y antibióticos, defectos en el desarrollo como dentinogénesis o amelogénesis imperfecta, desórdenes hematológicos, o traumas. Mientras que una mancha extrínseca se puede deber a varios factores: fuerzas atractivas como la electrostática, Van der Waals, de hidratación y fuerzas dipolo-dipolo, así como interacciones hidrofóbicas e hidrofílicas y enlaces de hidrógeno. ⁽¹⁹⁾

1.2.1 Propiedades ópticas dentales.

Las propiedades ópticas (relativas a la visión) describen el comportamiento de un material ante radiaciones electromagnéticas, en especial aquellas cuya longitud de onda se encuentra entre 400 y 700 nm (milésima de micrómetro o milmillonésima parte del metro), es decir, la parte del espectro que el ojo humano detecta y constituye lo que se conoce como luz o radiación luminosa. Por otra parte, la respuesta de un material ante una determinada radiación depende de dos factores, la estructura de la materia sobre la que incide y la longitud de onda de esa radiación. Por ello, un material puede absorber una determinada radiación y presentarse opaco ante ella y no hacerlo con otra de diferente longitud de onda ⁽²⁰⁾.

Cuando las radiaciones de luz no son absorbidas pueden atravesar la materia sin más alteración que la refracción (alteración del rayo incidente), que se produce al pasar la radiación de un medio a otro de diferente densidad, el material se presenta **transparente**. Si al atravesarlo encuentra variaciones en la estructura

que producen refracciones adicionales, la luz se modificará en el recorrido y el material se presentará **translúcido** o aún opaco, con dependencia del número y del ordenamiento de los cristales. Estas situaciones pueden darse cuando la luz atraviesa una estructura multicristalina (como el esmalte dentario). Es decir, que un cuerpo puede verse **opaco** por dos razones: en el primer caso, por ser capaz de absorber la energía luminosa y, en el segundo, por presentarle en el recorrido a través de su estructura suficientes variaciones para que la refracción sea completa y el haz nunca llegue a atravesar el cuerpo completamente ⁽²⁰⁾.

1.2.2 Factores que influyen para determinar el color dental.

La selección del color puede ser influenciada por diferentes factores, como el ambiente, la fuente de luz, la guía de colores y la comunicación con el laboratorio.

Ambiente: El color de las paredes del consultorio es un factor relevante, por lo cual debe utilizarse colores neutros, como gris, verde claro ^(21, 22), debido a que los colores muy fuertes pueden influir en la percepción del color. Por ello se aconseja que el piso y los muebles también sean de preferencia claros celeste o gris.

Observador: En segundo lugar encontramos el observador, el cual debe estar a una distancia de 60 cm del paciente, al mismo nivel de los ojos. Los dientes deben estar húmedos, debido a que los dientes secos no reflejan bien la luz; además deben estar limpios y libres de manchas o placa, para que no interfiera en la selección del color; se debe evitar colores fuertes y brillantes en la ropa del paciente, por lo que debemos colocar un campo de color neutro. La selección de color debe ser rápida, esta debe tomar entre 5 a 7 segundos, para evitar el cansancio visual ⁽²³⁾.

Fuente de luz: En cuanto a la fuente de luz, ésta puede afectar el valor de los colores, ciertos colores permanecen inalterables, entre tanto, otros parecen más oscuros o más claros. El consultorio debe estar correctamente iluminado, intentando alcanzar el mismo espectro de la luz natural. Es importante que el mismo tipo de iluminación sea también utilizado por el laboratorio dental ⁽²³⁾. Los fluorescentes acentúan el color azul-anaranjado, entre tanto los incandescentes resaltan los colores amarillo y rojo ⁽²²⁾. Para la selección del color, la luz natural es la ideal, porque es generada por los rayos solares, el momento ideal del día es 3 horas después del amanecer y 3 horas antes del anochecer, pues posee todas las longitudes de onda visibles. Sin embargo, la luz natural, puede sufrir variaciones debido al horario, localización geográfica, factores meteorológicos, entrada de la luz, su orientación y todo lo que se interponga entre el paciente y luz solar ⁽²⁴⁾.

Para algunos investigadores, las circunstancias pueden dictar el uso de la luz artificial para la selección del color; por lo que la iluminación fluorescente es recomendada porque se aproxima al equilibrio necesario ⁽²¹⁾. Los gráficos espectrales indican que una luz de 5000K es la más equilibrada. Winter et al. ⁽²⁵⁾, consideran que una luz de 5500K es muy clara para evaluar el color y preconizan la utilización de luz de 5000°K; combinando 6000°K de los tubos de neón con la luz incandescente de 3000°K.

Guía de colores: Debido a que el color no puede ser correctamente descrito de memoria, fueron formuladas las guías de colores para representar el rango natural de color del diente. Sin embargo, estas guías no pueden ser llamadas como ideales pues presentan muchas limitaciones ^(26,27). Algunos estudios muestran que estas no cumplen la especificación básica, de las dimensiones del color ⁽²⁸⁾. En ese sentido, la selección del color a través del uso de guías son complejas no solo debido a la falta de estandarización de estas sino también a que cada individuo percibe e interpreta el color de forma diferente ⁽²²⁾.

Otro de los métodos utilizados para selección del color es la colorimetría intraoral que indudablemente permite una evaluación cuantitativa, sin embargo, es un método limitado porque solo permite la lectura del color en un punto a la vez ⁽²⁹⁾. Para Douglas & Brewer el ojo humano permanece insuperable en la habilidad para detectar pequeñas diferencias de color entre los objetos ⁽²⁷⁾.

Desafortunadamente, la percepción del color varía de persona a persona y con el tiempo ^(29, 30). Algunos autores afirman que los colores de las guías difieren de los colores de los materiales cerámicos del mismo fabricante ⁽³¹⁾. Además de eso, indicaron que las guías no son hechas del mismo modo como las coronas, pues no tienen estructura metálica y el espesor de la porcelana de la guía es mayor que el de cualquier corona ^(22, 33).

Por otra parte, ninguna guía de color posee todos los matices posibles y muchas de esas ofrecen muestras que están fuera del espacio cromático dental, dificultando la comparación entre los colores ^(34, 35). El éxito del uso de las guías de colores es dependiente de la precisión en la evaluación del color, de la persona que hace la elección y la persona que confecciona la restauración ⁽²⁷⁾.

Para simplificar el proceso de selección del color fueron creados aparatos para facilitar este procedimiento llamados espectrofotómetros, que miden el reflejo espectral de un color y lo traduce en valores numéricos reconocidos internacionalmente. En realidad, la representación matemáticamente exacta de un color implicaría la especificación de su distribución espectral, pero habida cuenta de la característica de la percepción humana, el color también puede ser representado mediante una terna de valores que son las coordenadas matemáticas del espacio del color. Puede pensarse en él como un espacio tridimensional en el que cada punto color puede representarse por sus coordenadas. Existen diversos métodos para establecer la correspondencia entre la distribución espectral del color y una terna de valores. Los más usuales

en los estudios colorimétricos de física son CIE XYZ, CIE xyY, CIE L*u*v* y CIE L*a*b* ⁽²⁸⁾.

Comunicación con el laboratorio: Por último, la comunicación con el laboratorio debe ser clara y explícita para evitar alguna confusión ⁽²¹⁾, se puede hacer uso de mapas cromáticos del diente para el delineamiento de las zonas de colores y translucidez, algunos efectos para caracterizar la restauración también deben ser registrados tales como: textura, brillo superficial, manchas ^(36,37). Las fotografías coloridas de los dientes naturales con la escala de color escogida al lado de este, también pueden ayudar, lo que evidenciará el color del diente y detalles característicos ^(22, 38). Las restauraciones cerámicas deben imitar las características naturales de la dentición tales como la opalescencia que se produce por un tipo particular de difracción de la luz, donde la luz transmitida a la cresta incisal se muestra anaranjada y en luz reflejada se debe mostrar azulada ⁽³⁶⁾, y la fluorescencia, que permite emitir la luz visible cuando los rayos ultravioletas los alcanzan, el esmalte dental es fluorescente, pero no todas las cerámicas son fluorescentes ^(23, 36).

Por otra parte, Pietro y cols. señalan en un estudio realizado en España en el año 2011, que la percepción del color puede verse influenciada por varias circunstancias, unas debidas a la propia naturaleza del diente, otras a la luz, al entorno o a la idiosincrasia y aspectos psicológicos del observador. Todos los rasgos deben tenerse en cuenta porque el cambio de uno de ellos se traduce en un cambio de la percepción del color ⁽³⁹⁾.

Sin embargo, es importante comparar y determinar el color con luz difusa preferiblemente al mediodía, ya que la luz del día presenta longitudes de onda largas con concentraciones de amarillo y naranja. Además, se debe tomar en cuenta que la luz incandescente de la lámpara de unidad tiene elevadas concentraciones de amarillo, mientras que la luz fluorescente las tiene de azul. Por

ello, cuando no sea posible contar con luz natural, se puede optar por el uso de lámparas de luz corregida que proporcionan una iluminación con una temperatura parecida a la de la luz natural del mediodía, entre los 5.500 y 6.500 °K. ⁽³⁹⁾

1.2.3 Diferencias de color.

La diferencia de color, o delta E (ΔE^*), define la diferencia visual y/o medible entre el color obtenido con respecto al color de referencia y se indica como la distancia entre las coordenadas del color obtenido y las coordenadas del color de referencia. En pocas palabras, el ΔE^* se define por las posibles desviaciones de cada una de las variables, por lo tanto su cálculo es igual en todos los sistemas, diferenciándose sólo en las notaciones de las variables propias de cada uno de ellos. Además, el delta-E permite medir los cambios de matiz y densidad, es la descripción matemática de la distancia entre dos colores. Para calcular el delta-E de dos colores, se necesitan sus valores $L^* a^* b^*$. El delta-E es la distancia entre los dos puntos dentro del espacio de color $L^* a^* b^*$ ^(40,41).

Tabla 1.
Diferencia de color y evaluación

Delta E (ΔE)	Calidad
$\Delta E^* < 1$	Excelente.
ΔE^* entre 1 y 2	Buena
ΔE^* entre 2 y 4	Normal
ΔE^* entre 4 y 5	Suficiente
$\Delta E^* > 5$	Mala. Fuera de Rango de aceptación de la ISO 12.647-2.

Cuando ΔE^* es superior a 2, supone que la diferencia de color sea cada vez más apreciable. De tal forma que un ΔE^* entre 2 y 3 resulta evidente pero gusta, es apreciable y un ΔE^* entre 3 y 4 supone una diferencia de color

evidente pero no perjudica al trabajo. Un ΔE^* entre 4 y 5 está al límite de la aceptación y un ΔE^* superior a 5 resulta inaceptable. El tipo de color también influye en la capacidad de apreciación, por ejemplo, el ojo humano es mucho más sensible a los cambios en los niveles de gris y tonos medios siendo más que evidente un $\Delta E^* = 3$, mientras que el mismo valor en verde prácticamente no notaríamos diferencia ^(40, 41).

1.2.4 Espacio del color.

El espacio del color, o zona del espacio cromático dental, está situado entre el rojo claro y el amarillo claro; tiene forma alargada y se extiende paralelamente al eje de luminosidad. Los valores extremos de este subespacio cromático, es decir, los del diente más claro existe en la naturaleza y los del diente más oscuro, son, en el sistema CIELab los valores de 78/1/12 y 62/6/31, respectivamente. En el sistema CIE L*C*h* estos valores son de 78/12/86 y 62/32/78, respectivamente ⁽⁴¹⁾.

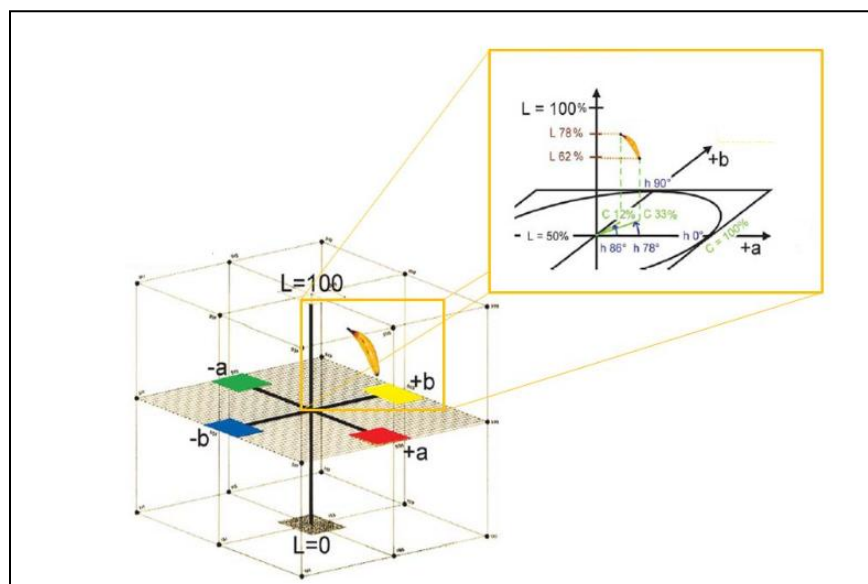


Figura 5. Posición del espacio cromático dental dentro de los espacios cromáticos CIELab y CIE L*C*h*. Fuente: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111695/ovalle_i.pdf?sequence=3

En consecuencia, los dientes que presentan mayor luminosidad tienen un mayor ángulo de tono (una mayor proporción de amarillo) y menor croma. Sin embargo, cuanto más oscuro sea el diente (menor luminosidad) mayor es su croma y menor el ángulo de tono, es decir, mayor proporción de rojo ⁽⁴²⁾.

1. 2.4.1 CIE xyz1936.

Establecido por la Comisión Internacional de Iluminación, como un sistema de valoración de los colores basado en una reelaboración matemática del sistema RGB. Con este nuevo sistema se pretendía facilitar los cálculos, ya que en el primitivo sistema RGB al estar basado en posiciones físicas de las longitudes de onda, resultaba más complejo. Las variables matemáticas se indicaban como “x” (valor matemático del rojo), “y” (valor matemático del verde) y “z” (valor matemático del azul-violeta) ⁽⁴³⁾.

El tono o tinte viene dada por los valores triestímulos x, y, z; según la siguiente ecuación $x+y+z=1$, la cual no es sino la conversación.

Por su parte, la saturación o intensidad indica la pureza de un color, definida como pureza de excitación se establece con un máximo de saturación en el perímetro y un mínimo en el punto E. Este punto se establece como el punto donde las energías de las tres longitudes de onda primarias son idénticas; originando la recomposición de la luz blanca: $x (0,33) + y (0,33) + z (0,33) = 1$. La pureza de excitación (PE) indica el porcentaje de saturación de un tono, siendo 100% si está en el perímetro y 0% si está en el blanco ⁽⁴²⁾.

En cuanto a la luminosidad o valor, se corresponde con el parámetro Y. Para su indicación es necesario desarrollar una representación tridimensional del triángulo. La parte superior indica el blanco en el centro y el mayor valor de los colores y en la parte inferior indica el negro (ausencia de luz) ⁽⁴²⁾.

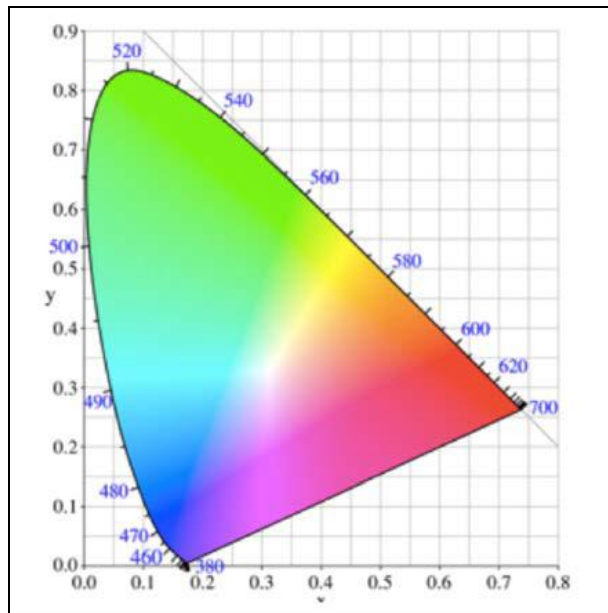


Figura 6: Diagrama de cromaticidad CIE XY.
 Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio_de_color_CIE_1931#/media/File:CIExy1931.png

La evaluación de la concordancia de tres métodos de registro de color dental: guía dentaria, luz polarizada y espectrofotometría matemática de la ecuación utilizada en el espacio RGB ($R+G+B=W$). Como la curva espectral está encerrada en un triángulo equilátero, se establece sobre un sistema de coordenadas, donde el eje X indica el valor del rojo y el eje Y indica el valor del verde; el cálculo del componente violeta (azul) se realiza mediante la siguiente ecuación: $Z=1-(X+Y)$ ⁽⁴²⁾.

1.2.4.2 CIE 1676 ($L^*a^*b^*$).

El sistema de orden de color CIELab fue desarrollado por la Comisión Internacional de Iluminación. Se utiliza generalmente en la investigación y el color se base en la normalización de color de fuentes de luz y de los observadores. Por ello, es independiente del dispositivo de salida creando colores coherentes con independencia de los dispositivos concretos, como monitores, impresoras u ordenadores utilizados para crear o reproducir la imagen ⁽⁴²⁾.

Este método identifica cada color de forma precisa mediante sus colores a^* y b^* y su brillo L^* . Los tres parámetros del modelo representan la luminancia del color. Una sombra específica se define por su ubicación dentro del sistema CIE Lab usando tres coordenadas: L^* , a^* Y b^* . L^* indica la claridad relativa y es una escala continua de sombras y grises) corre de arriba abajo. El máximo valor para L^* es 100, que representa el blanco perfecto, mientras que $L^*=0$ representa el negro perfecto. Los ejes a^* (tinte en el eje de coordenadas verde/rojo) b^* (tinte, en el eje de coordenadas azul/amarillo) no tienen límites numéricos específicos. Positivo a^* es de color rojo, mientras que el a^* negativa es verde. El b^* positivo es amarillo y el b^* negativo es azul ^(44, 45, 46).

Este modelo de color es el más completo, y se usa habitualmente para describir todos los colores que puede ver el ojo humano. Las diferencias de color que se perciben como iguales en este espacio de color tridimensional, tienen distancias iguales entre ellas. Esta diferencia se expresa mediante el valor delta-E (ΔE^*).

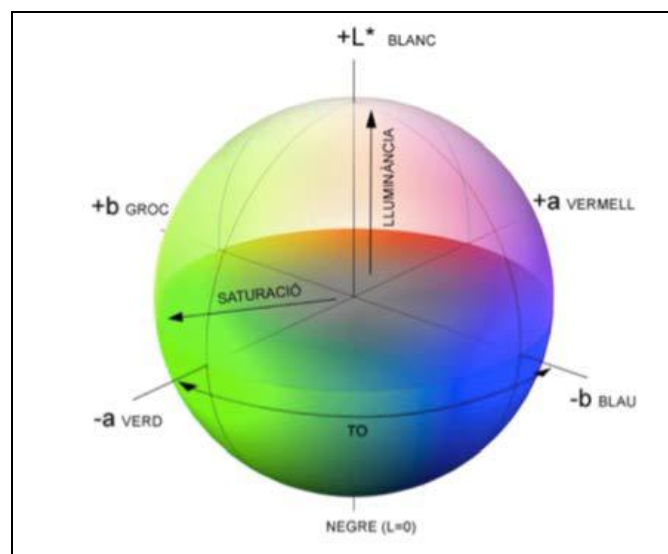


Figura 7: El espacio cromático CIE Lab con el eje de luminosidad vertical (L^* value) y los ejes horizontales de color a^* y b^* . Fuente: <http://www.auregomez.com/tutoriales/modelos-espacios-y-perfiles-de-color/>

1.2.4.3 CIEDE 2000.

La última fórmula de diferencia de color recomendada por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) se denomina CIEDE2000 y fue propuesta en el año 2001. Partiendo de la medida instrumental del color de un par de muestras, el principal objetivo de CIEDE2000 es obtener un valor numérico proporcional a la diferencia de color percibida entre dichas muestras, suponiendo un observador con visión normal del color y unas condiciones de observación usuales en la industria ⁽⁴⁵⁾. Este sistema se basa en el sistema CIELab, sobre el que propone dos tipos de correcciones: las que pretenden paliar determinadas deficiencias de CIELab en la predicción de diferencias visuales de color, y las que pretenden incorporar la influencia de las condiciones de iluminación y observación sobre la evaluación visual de diferencias de color ^(48, 49).

CIEDE2000 propone 5 correcciones a CIELab, cada una de las cuales es estadísticamente significativa para un amplio conjunto de datos experimentales: 11273 pares de muestras, que constituyen el llamado “COM-Weighted”, y proceden de 4 laboratorios diferentes. La corrección de croma, ya existente en la fórmula de diferencia de color CIE94 ⁽⁵⁰⁾, es con diferencia la más importante de las 5 correcciones introducidas en CIEDE2000. Sin embargo, la corrección de grises de CIEDE2000 no es estadísticamente significativa para los datos de 2 de los 4 laboratorios, y las correcciones de claridad y término de rotación tampoco son estadísticamente significativas para 1 de los 4 laboratorios ⁽⁵¹⁾. Por otro lado, CIEDE2000 no puede considerarse en modo alguno una fórmula de diferencia de color definitiva ⁽⁵²⁾.

1.3. Métodos para evaluar el color.

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

básicos permanecen inmutables ^(15, 53, 54). El primer principio, consiste en el uso de varios tipos de luz, es decir, examinar los dientes bajo diversas condiciones lumínicas, por ejemplo con luz solar, luz artificial y con el flash en las fotografías digitales, este método contribuye a evitar el metamerismo. El segundo principio es adquirir experiencia con una guía de color dada y el sistema de porcelana o acrílico correspondiente ⁽⁵⁵⁾.

El tercer principio es utilizar un diente como referencia para determinar la información complementaria del color, pues, no sólo se debe ofrecer datos generales del color básico del diente sino también una información más detallada que muestre las características individuales de un diente intacto del paciente que servirá de referencia y que habitualmente será o el contralateral o el antagonista. Esto se lleva a cabo realizando fotografías ^(53, 54).

Partiendo de estos principios, se pueden clasificar los métodos para evaluar el color en: método visual y método instrumental.

1.3.1 Método visual.

El método visual de estimación cromática consiste en comparar el color del diente con una guía artificial y comprobar cuál de las muestras de la guía utilizada se asemeja más al diente estudiado. Sin embargo, el principal problema viene en este caso dado por el hecho de que existen tantas guías de color como fabricantes, que a su vez se organizan de diversas maneras.

Actualmente existe la tendencia de ordenar las guías de color en base a la luminosidad de los colores y no la tonalidad, dado que nuestro ojo es más sensible a cambios de claridad que a diferencias de tonalidad, asimismo es interesante que una guía presente diferencias cromáticas homogéneas entre los distintos

escalones de las mismas, cosa que habitualmente no se cumple. A continuación se presentan las guías más utilizadas.

1.3.1.1 VITA Classic Guide.

La guía vita-luminvacuum (classical) es el referente para las guías de color. Se divide en cuatro grupos, en cuatro tonalidades: A (marrón- rojizo), B (amarillo-rojizo), C (gris) y D (gris-rojizo). Al utilizarla, lo primero que se determina es a qué grupo pertenece al diente, es decir, al grupo A, B, C o D, por lo que primero que determinamos es el tono. En esta guía, además hay varios niveles de cromatismo para el mismo tono. Por ejemplo para el tono A, tenemos el A1; A2; A3; A3, 5; y A4 siendo A1 la menos saturada y A4 la más saturada de color. La luminosidad disminuye con el número. Esta guía consta, de las siguientes tablillas: A1; A2; A3; A3,5; A4; B1; B2; B3; B4; C1; C2; C3; C4; D2; D3 y D4. Uno de sus inconvenientes es que sus variaciones del color no están sistemáticamente distribuidas en el espacio cromático dental ⁽⁵⁶⁾.



Figura 8. Modelo VITA Classical Shade Guide. Fuente: <https://vitanorthamerica.com>

A pesar de ser la más ampliamente utilizada en clínica, por su extrema facilidad de uso, esta escala posee muchos inconvenientes, entre los que podemos destacar:

- En caso de ser usadas para la toma de color a la hora de realizar una restauración cerámica, las tablillas poseen un espesor inadecuado, que normalmente varía entre 4 a 5 mm, y que deberá ser reproducido en solamente 1 a 1.5 mm de cerámica.
- Las tablillas no cubren todo el espacio cromático dental, es decir, en ella no están representadas todos los posibles colores de los dientes naturales humanos.
- Sus variaciones de color no están sistemáticamente distribuidas en el espacio cromático dental.

Para una correcta selección del color dental, el fabricante recomienda ordenar las 16 tablillas en orden decreciente de luminosidad: B1, A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, D3, A3, B3, A3.5, B4, C3, A4 y C4 ⁽⁵⁶⁾.



Figura 9. VITA Classic A1-D4 Shade Guide.

Fuente: <https://vitanorthamerica.com>

Sin embargo, en un estudio clínico experimental sobre dientes artificiales composite nanohíbrido, desarrollado en España en el año 2011, se utilizó como referencia se ha utilizado una guía de color Vita Classical VITA Classical, se encontraron diferencias significativas entre ambos materiales, pero no en la comparación de las dos medidas tomadas en los dos momentos temporales estudiados.⁽⁵⁷⁾

1.3.1.2 VITA Toothguide 3D-Master.

Esta guía contiene 26 tablillas que están divididas en 5 grupos de acuerdo con su luminosidad. Dentro de cada grupo, las tablillas se ordenan según el croma creciente (vertical hacia abajo, 1; 1, 5; 2; 2,5 y 3) y según el tono o matiz (horizontalmente amarillento L, medio M y rojizo R). Lo primero que se hace para seleccionar el color con este tipo de guía es definir el valor, después se determina el croma o saturación y por último determinaremos el matiz. Está ordenado así para facilitar el trabajo al ojo humano según su capacidad y por la importancia de cada elemento con el fin de obtener el mejor resultado⁽⁵⁶⁾. En cada tablilla se aprecian una serie de números:

- El situado más arriba indica el grupo de valor al que pertenece la tablilla, del 1 al 5, donde 1 el más luminoso y 5 el menos luminoso.
- La letra indica el tono que puede ser M (medio), L (amarillento), R (Rojo).
- El segundo número o posterior a la letra indica el croma (1; 1,5; 2; 2,5 y 3) en orden creciente.



Figura 10. Modelo VITA 3D-Master Shade Guide.

Fuente: <https://vitanorthamerica.com>

Las muestras de tono se agrupan en 6 niveles de luminosidad, cada uno de los cuales tiene variaciones de croma y matiz en las fases espaciadas. La guía de tonos se espacia en fases (ΔE^*) de 4 unidades CIELab en la dimensión de luminosidad y dos unidades CIELab en las dimensiones de matiz y croma. La diferencia entre la fase de luminosidad y el color parece un método lógico para reducir el número de muestras de tonos necesarias en la guía debido a la manera en que se perciben visualmente las unidades CIELab ⁽⁵⁶⁾.

Al usar esta guía, primero se selecciona la luminosidad, luego el croma y finalmente el tono o tinte. Entre sus ventajas, que son apuntadas por el propio fabricante, están:

- La mejor distribución de muestras dentro de las variaciones de colores de los dientes naturales existentes.
- Distribución sistemática de las tablillas en el espacio cromático que ocupan los dientes naturales.

Sin embargo, en un estudio realizado por Soldevilla en España en el año 2014, se utilizó como herramienta de medición del color dental el muestrario VITA 3D-Master y se evidenció que la selección del color dental mediante guía de color demuestra una alta variabilidad en las medidas intra e inter observador, lo que supone una baja precisión del método. ⁽⁵⁸⁾

1.3.2 Método Instrumental.

Siendo el proceso de toma de color de gran subjetividad, en los últimos tiempos están apareciendo en el mercado una serie de instrumentos electrónicos destinados a facilitar y objetivar este proceso, de tal manera que el odontólogo sólo precisa utilizar estos aparatos para que le señalen el color del diente, de una manera más precisa, fiable y repetible.

Sin embargo, este método precisa de varias lecturas para apreciar las variaciones regionales de color del diente, y de aparatos de lectura extensa, capaces de captar toda la superficie de un diente cada vez, o de varios simultáneamente, y mediante un programa de ordenador, confeccionar un mapa cromático del diente, los cuales suelen ser muy detallados y en ocasiones, es factible la selección de la guía de color en la que se prefiere la anotación, y algunos incluso permiten la personalización de las guías, que pueden confeccionarse con combinaciones particulares de materiales restauradores ⁽⁵⁶⁾.

En la actualidad existen múltiples instrumentos para medir o evaluar el color del diente, para la presente tesis doctoral se tomará como instrumento los espectrofotómetros digitales dentales, las cámaras digitales y sistemas de imagen.

1.3.2.1 Espectrofotómetros digitales dentales.

Los espectrofotómetros digitales son los instrumentos más precisos y útiles para registrar o medir el color en odontología ⁽⁵⁹⁾. Las ventajas del uso del espectrofotómetro como herramienta para medir el color del diente son la naturaleza objetiva del mismo ofreciendo una evaluación precisa, el ahorro de tiempo y número de visitas para producir un resultado aceptable en un tratamiento ^(60, 61).



Figura 11. Espectrofotómetro Easyshade Advance de Vita. Fuente: <https://vitanorthamerica.com>

Los espectrofotómetros digitales miden la cantidad de luz de la energía reflejada por un objeto en intervalos de 1 a 25 nm a lo largo del espectro visible. Ellos contienen una fuente de radiación óptica, un medio de dispersión de luz, un sistema de medición óptico, un detector y una forma de convertir la luz obtenida a una señal que puede ser analizada ⁽⁶²⁾, obteniéndose una curva de reflectancia espectral o de transmisión que es una función de la longitud de onda ⁽⁶³⁾. Los datos espectrales de la superficie de los dientes pueden ser incluidos y

representados como una curva de luminosidad y pueden ser comparadas con las curvas de luminosidad de las guías de colores a fin de definir un color, por lo tanto, los espectrofotómetros dentales tienen una base de datos espectrales de las guías de colores incorporada ⁽⁶⁴⁾.

Los datos arrojados por el espectrofotómetro deben ser manipulados y traducidos en una forma útil para los profesionales de la odontología, debido a que son bastante precisos y estables en el tiempo, siendo además es el instrumento preferido para medir las superficies de color ⁽⁶⁵⁾. En comparación con la observación del ojo humano, o de las técnicas convencionales, se ha encontrado que los espectrofotómetros ofrecen un aumento del 33% en la precisión y objetividad, con una coincidencia de color en un 93,3% de los casos. SpectroShade Micro (MHT OpticResearch, Niederhasli, Switzerland) que es un espectrofotómetro de imágenes utiliza una cámara digital en combinación con un espectrofotómetro LED. Tiene un equipo interno con un programa de análisis. El sistema de posicionamiento y orientación del diente que se muestra en la pantalla táctil LCD, es utilizado durante la medición del color. Las imágenes y los datos espectrales se pueden guardar en la memoria interna y ser transferidos a un computador ⁽⁶²⁾.

Existe una diferencia sustancial entre la evaluación humana y la medición espectrofotométrica, la primera se basa en el juicio o en las condiciones del medio ambiente, mientras la segunda es objetiva y no está influenciado por variables tales como el ojo humano, la fatiga, la edad, la experiencia y otros factores fisiológicos, tales como la ceguera y el número de bastones y conos que figuran en los ojos. Además, la técnica requerida para llevar a cabo la evaluación subjetiva humana es intensa y laboriosa. El espectrofotómetro necesita 1,5 segundos para evaluar un color dental y un equipo adicional mínimo. El alto costo y la compleja operación, sin embargo, restringen el uso de estos sistemas digitales

en las consultas o laboratorios dentales, manteniéndose en el ámbito de la investigación clínica ⁽⁶⁶⁾.

1.3.2.2. Cámaras digitales y sistemas de imagen.

Gracias a los grandes avances en la tecnología a nivel mundial, la fotografía digital han generalizado el uso de cámaras digital en el campo de la odontología, siendo uno de los grandes beneficios una mejor comunicación entre los profesionales de la odontología y el laboratorio dental, transmitiendo de manera objetiva no sólo la morfología dental y colores, sino también la textura de la superficie, la distribución del color y las condiciones intraorales. ⁽⁶⁷⁾

Este método surge como una alternativa a los colorímetros, y las imágenes producidas a través de una cámara digital se analizan utilizando un software de formación de imágenes, lo que permite la valoración del color de las imágenes analizadas. Este proceso resulta más económico que el uso de espectrofotómetros o colorímetros, además de ser una gran forma de registrar el tratamiento de los pacientes, por lo que su uso es cada vez más popular. ⁽⁶⁷⁾

Un detalle importante que se debe tener en cuentas al utilizar este método, es que las condiciones de iluminación pueden perjudicar la medición del color, por lo que es un parámetro que se debe estandarizar al tomar las imágenes. Por otra parte, una de las ventajas de este método, es que se minimiza el error producto de la translucidez y de la curvatura de la superficie del diente, que presentan los dispositivos que deben estar en contacto con esta, como los espectrofotómetros y colorímetros. ⁽⁶⁷⁾

En cuanto a los sistemas de imágenes, el ScanWhite es un programa basado en el procesamiento de imágenes digitales, diseñado para la determinación objetiva del nivel de blanqueamiento dental, este utiliza un patrón de referencia, lo que le

permite compensar las variaciones de luminosidad de las fotos, demostrando alta tasa de confiabilidad y reproducibilidad. De igual manera, el programa ClearMatch utiliza imágenes digitales de alta resolución y compara el color de toda la superficie del diente con una base de datos de referencia.⁽⁶⁷⁾

1.4. Los operadores y su relación con la medición del color.

1.4.1. Experiencia de los operadores.

A la hora de realizar una medición de color dental, una premisa que ha sido muy discutida en muchas investigaciones es que la experiencia del operador influyen o no. En un estudio realizado en España en el 2011, se pudo observar que a medida que los operadores adquirían experiencia el error a la hora de realizar una medición era cada vez menor. Por lo tanto, la experiencia es un factor determinante en la toma de color subjetiva, a mayor experiencia, mayor fiabilidad de resultados. Sin embargo, dicho estudio revela, que la evaluación del color dental en seres humanos, es poco fiable; mientras que la esfera espectrofotométrica puede evidenciar una mayor predicción, y ser un método de evaluación más exacto.⁽⁶⁸⁾

1.4.2. Aspectos sociodemográficos que pueden influir al operador en la medición.

Entre los aspectos sociodemográficos que influyen al operador en la medición se destacan el género y edad. En referencia al género del operador, algunos estudios señalan que las mujeres tienen una mejor capacidad de discriminación de color que los hombres.⁽⁶⁹⁾

En cuanto a la diferenciación del color según el sexo se evidencia en algunos estudios que en las mujeres los dientes son menos amarillos, menos rojos, más

claros, menos saturados, y con mayor tonalidad en comparación con los dientes de los hombres. ⁽⁶⁸⁾

Por otra parte, a medida que avanza la edad, algunos estudios señalan que el diente se va oscureciendo, y los valores obtenidos lo reflejan. El análisis de las medidas nos guía hacia colores menos luminosos, con mayor tinte, y con tendencia hacia los colores rojos y amarillos, con el paso del tiempo. ⁽⁶⁸⁾

1.5. Investigaciones desarrolladas en el campo de la medición.

En los últimos cinco años, se han desarrollado investigaciones con respecto a la medición del color dental y los diferentes métodos existentes, tanto los visuales como los digitales, destacándose en muchos casos los estudios comparativos entre ambos métodos, con la finalidad de establecer cuál de ellos es el más utilizado o más efectivo.

Estas investigaciones han coincidido en que la luz natural juega un papel importante al momento de hacer la medida de color del diente de un paciente, por ello el profesional de la odontología debe asegurarse de contar con la iluminación adecuado, ya sea natural o artificial, para poder realizar una medición efectiva. En cuanto a la selección del color dental mediante guía de color, estudio han demostrado una alta variabilidad en las medidas, lo que supone una baja precisión del método.

Por otra parte, los espectrofotómetros son los dispositivos que han aportado mayor ventaja en muchas de las investigaciones, ya que ha logrado mayor grado de exactitud y precisión para la medición del color dental. Sin embargo, en algunos casos la limitante al realizar este tipo de estudios es el alto costo económico de los equipos.

Tabla 2
Estudios sobre medición del color dental

AÑO	PAÍS	TÍTULO	CONCLUSIÓN
2015	Colombia	Entrenamiento de la capacidad de discriminación visual en odontología.	Con las limitaciones propias del estudio, la entrega de contenido teórico más el entrenamiento visual mediante el uso de programa computacional, no es efectivo en mejorar, a corto plazo, la discriminación visual de luminosidad de color dentario en los sujetos en estudio. ⁽⁷⁰⁾
2015	Chile	Evaluación visual con muestrario de color VITA Classical del clareamiento dental realizado con peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado activado por luz led/laser.	No hay diferencia en la efectividad del clareamiento medido con muestrario VITA Classical posterior al clareamiento con peróxido de hidrógeno al 6% con dióxido de titanio nitrogenado v/s peróxido de hidrógeno al 35%. ⁽⁷¹⁾
2015	Colombia	Color dental en diferentes grupos etarios de Pasto, Colombia.	Se observó una coincidencia de un 32% de participantes con el color 2M2 en centrales. La gama de colores de las guías de color podría ser inadecuada, y probablemente estar ilógicamente distribuida debido a que hay una cierta tendencia de color según regiones geográficas. La edad, la erosión/abrasión dental y el tabaquismo, tienen un papel fundamental en las variaciones del color. ⁽⁷²⁾
2015	Chile	Correlación entre diferentes métodos de evaluación de color en el clareamiento dental.	Considerando las limitaciones del estudio, como conclusión es que existe una correlación positiva y significativa en el registro de color en dientes clareados mediante el ΔE entre SS y SW, siendo el SW una posible alternativa de medición del color de manera más fácil y sencillo que el SS. ⁽⁷³⁾
2014	Colombia	Desarrollo de una aplicación para la comparación rápida de pigmentos a partir de sus coordenadas colorimétricas.	Mediante este software es posible reconocer, de un modo sencillo, productos que no están dentro de los límites establecidos por el usuario, en términos del error. Además, se puede analizar de un modo más detenido en cada una de las componentes del espacio CIELAB, comúnmente utilizado dentro de este sector. ⁽⁷⁴⁾
2014	España	Estudio clínico sobre la influencia de la luz ambiental en la toma del color dental.	El éxito en la determinación del color dental mediante guías dentales está directamente ligado al tipo de luz que se utilice para iluminar la zona donde se realice la misma. Existen diferencias significativas con respecto a los aciertos en la toma de color al usar

			fluorescentes de luz día con respecto a los otros tipos de luces. ⁽⁷⁵⁾
2014	España	Evaluación de la concordancia de tres métodos de registro de color dental: guía dentaria, luz polarizada y espectrofotometría.	La selección del color dental mediante guía de color demuestra una alta variabilidad en las medidas intra e inter observador, lo que supone una baja precisión del método. La introducción del filtro polarizado como ayuda en el método subjetivo de la toma de color convencional mejora la repetibilidad y concordancia de los resultados obtenidos con la técnica clásica. La utilización del espectrofotómetro produce una gran disminución en la variabilidad de los resultados, lo que supone afirmar que tiene una alta precisión. ⁽⁵⁸⁾
2013	Chile	Instrumentación para el registro del color en odontología.	Los Espectrofotómetros son los dispositivos que han aportado mayor ventaja práctica, siendo el Vita Easyshade, el que la literatura científica ha reportado tener un mayor grado de exactitud y precisión. ⁽⁶⁷⁾
2012	Chile	Comparación del registro de color dental medido a través de espectro fotometría y programa de análisis de fotografía digital.	Ambos sistemas registran variaciones de color después del blanqueamiento. ScanWhite® registra mayores valores de diferencia total de color (ΔE) que el espectrofotómetro de referencia. No existe concordancia entre el cambio de color registrado mediante espectrofotómetro y el programa de análisis de fotografía digital ScanWhite®. ⁽¹⁹⁾
2012	España	Estudio sobre la fiabilidad de Medición del espectrofotómetro dental VITA Easyshade Compact (Vita – Zahnfabrik).	El espectrofotómetro Easyshade compact® mostró una buena fiabilidad, tanto desde la perspectiva de estabilidad temporal presentando elevados coeficientes de fiabilidad, como desde la fiabilidad inter-operadores donde los resultados no mostraron diferencias significativas entre ellos en ninguna de las variables. ⁽⁷⁶⁾
2011	España	Estudio comparativo entre sistemas de medición del color en Odontología (espectrofotometría).	La principal desventaja de los nuevos dispositivos frente a los métodos visuales tradicionales sería el costo económico de los aparatos, especialmente de los espectrofotómetros. ⁽⁷⁷⁾
2011	España	Estado actual del método de la toma de color en prótesis dental.	El éxito en la toma del color está directamente relacionado con el uso de métodos objetivos y dentro de las técnicas subjetivas, la guía VITAPAN 3D-MASTER permite una selección rápida y precisa del color, proporcionando un orden sistemático de casi todas las tonalidades de dientes naturales que existen. ⁽³⁹⁾

2. JUSTIFICACIÓN

Dado el importante aumento que está dando la estética en la sociedad, hace que ésta situación se haga indispensable para el clínico utilizar los elementos a su alcance para lograr la satisfacción del paciente y, por tanto, la suya propia.

En éstos últimos años, las restauraciones dentales (resinas, cerámicas, cerómeros, porcelanas) han experimentado un gran desarrollo, permitiéndonos realizar restauraciones casi idénticas a los dientes naturales y en especial, es imprescindible para los dentistas comprender, tanto la ciencia como el arte del color ya que esto es difícil, porque debido a que la percepción del color varía de persona a persona, y dentro de una misma persona; puede variar en función de distintas condiciones ambientales, generales o locales ^(11,66,78, 79).

Entre estos factores tenemos: la fuente luminosa, la superficie observada (el diente) y el entorno, siendo el observador individual, el factor subjetivo que puede alterar el color y su observación, todo ello influido por múltiples componentes, entre ellos la experiencia y la educación de color ^(4,10), la percepción humana del color ^(1,56,61,78), la edad ^(56,78), el género, la fatiga ocular, la deficiencia de color clínico ⁽⁶⁷⁾, la integridad y el funcionamiento de los niveles oculares y cerebrales ^(5,6,10,56).

Debido a esto, no podemos ignorar, que para obtener el éxito de dichas restauraciones, es esencial no pasar por alto la importancia que tiene la correcta toma del color ^(3,11).

Los métodos disponibles para evaluar el color dental se pueden dividir en dos categorías principales: visual (subjetiva) e instrumental (objetiva) ^(14, 51, 55,61). La medición instrumental del color podría ser preferida si se compara con la

determinación visual de color porque las lecturas instrumentales son objetivas y más rápidas ^(14, 15, 18, 80,81).

Hasta la fecha los estudios centrados en determinar la validez de distintos métodos instrumentales, frente a distintas guías visuales en la determinación del color, encuentran una asociación pobre entre ambos métodos, aunque le dan más consistencia al método instrumental que el visual ^(14, 44, 53, 68,80). Sin embargo, son escasos los estudios centrados en valorar la influencia del color de los dientes vecinos en la determinación del color.

Por lo expresado anteriormente, es necesario estudiar la efectividad de los métodos visuales, como la Guía Vita Toothguide 3D Master o la guía Vita Classic, y un método instrumental como el Espectrofotómetro Easyshade Advance con la finalidad de valorar la variabilidad en la toma de color entre los operadores con o sin experiencia en odontología clínica, analizando a su vez los factores socio-demográficos que modulen la capacidad del operador para medir el color dental, así como la influencia del color del diente vecino al efectuar la medición.

3. HIPOTESIS Y OBJETIVOS.

En la presente investigación se formuló la siguiente hipótesis nula:

- No existen diferencias en la capacidad para determinar el color entre los diferentes métodos visuales y el método instrumental. Tampoco influye la experiencia clínica odontológica del observador en dicha determinación.

Asimismo, los objetivos a tomar en cuenta en el siguiente estudio son:

1. Valorar la variabilidad en la toma de color entre operadores con y sin experiencia clínica odontológica que utilizan dos guías visuales (Guía Vita Toothguide 3D-Master y guía Vita Classic) y un método instrumental (Espectrofotómetro Easyshade Advance).
2. Evaluar la influencia del color del diente vecino en las determinaciones visuales con las guías Guía Vita Toothguide D-Master y guía Vita Classic.
3. Analizar factores socio-demográficos que modulen la capacidad de valorar el color.

4. MATERIALES Y METODOS.

4.1. MUESTRA.

El grupo de estudio está constituido por una muestra de 113 participantes, con o sin experiencia clínica en la toma de color dental, con nacionalidad española y/o venezolana, con edades comprendidas entre los 17 y 55 años de edad, en la que se incluyen estudiantes dentales de la Facultad de Odontología de las Universidades de Salamanca (España) y Valencia (Venezuela) respectivamente; así como externos de las dos nacionalidades mencionadas anteriormente.

Dado que la principal variable de estudio fue la experiencia clínica previa en la toma de color los participantes fueron asignado bien al Grupo con Experiencia formado por estudiantes de 3-5º curso de odontología (n= 77) o bien al Grupo sin Experiencia clínica en la toma de color (n=36) formado por estudiantes de 1º y 2º año de Odontología, así como personal externo a la odontología de ambas nacionalidades.

Los participantes fueron previamente informados del procedimiento pautado para lograr el proyecto en cuestión; y cumplieron su autorización mediante el consentimiento informado (Ver Anexo I), donde expresa detalladamente la actividad a realizar durante la evaluación, y el cual debieron firmar para ratificar dicha aprobación.

Como criterios de inclusión de los estudiantes y participantes externos fueron la ausencia de defectos visuales o condiciones sistémicas que afecten a las habilidades relacionadas con la percepción del color.

La presente investigación contó con la aprobación del Comité de Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Salamanca, organismo por el cual deben pasar

todos las investigaciones individuales o de grupo realizadas en el seno de las instituciones que afecten a seres humanos (utilización de datos personales o muestras biológicas), experimentación animal o empleo de agentes biológicos o de organismos genéticamente modificados, con el objetivo principal de garantizar el respeto a la dignidad, integridad e identidad del ser humano en los campos de la experimentación biológica, genética y de la investigación científica (Ver Anexo II).

4.2. MATERIALES.

4.2.1. Modelo de estudio.

Para la presente investigación, se contó con la ayuda del laboratorio de Prótesis dental Domingo Del Pozo, donde personal especializado (Técnico Dental), realizó el *modelo patrón de ensayo*, siguiendo los procedimientos pautados por el tutor Javier Montero, para alterar experimentalmente el entorno de recogida de color (Ver Figura 12).



Figura 12. Modelo patrón de ensayo.

4.2.2. Lamina Gris.

Dicho recurso, fue incluido este estudio con el fin de reducir la fatiga ocular, en el desarrollo del experimento.

4.2.3 Caja de Iluminación.

Para la toma de color se diseño una caja de iluminación, basada en los parámetros recomendados de visualización, los cuales no permiten alteración alguna al momento de la realización del presente estudio. Dicho cajón presenta las siguientes características:

- IKEA. Modelo B1110 Synas.
- Cobertura: Plástico ABS
- Carcasa/ Tapa: Plástico policarbonado
- Iluminación de LED integrada.
- Color de la luz: blanco frío (4.000 °K).
- 3 Lámparas adicionales que se insertaron mediante un diseño, creado por el ingeniero electricista David Álvarez de San Morales (Salamanca), en el que se dispuso de tubos con base giratoria y bombillas fluorescentes de luz de día D65 de Phillips (lámpara de luz natural normalizada), y con una intensidad de luz ideal de 4.000 luxes (determinada con luxómetro). Esta luminaria lleva LED incorporados. Los LED de esta luminaria son recambiables y graduables, por medio de una cubierta de vidrio.



Figura 13. Caja de Iluminacion diseñada según parámetros de otros estudios realizados anteriormente.

4.2.4 Test de Ishihara.

En 1917, el Doctor Shinobu Ishihara inventó la prueba de ceguera a los colores, una forma de descifrar si eres daltónico y qué tipo de daltonismo tienes⁽⁸²⁾. Son cartas de lunares de colores inconexos que forman números y líneas que únicamente son visibles si puedes diferenciar entre ciertas tonalidades similares entre sí. Tanto es así, que la prueba es simple, pero tan exacta que todavía se utiliza hoy en día.

En el patrón de puntos se forma un número visible para aquellos con visión normal e invisible o difícil de ver para aquellos con un defecto de visión. La prueba completa consta de 38 discos, pero la existencia de una deficiencia suele ser clara después de unas cuantas cartas. Usando las primeras 24 placas se obtiene un diagnóstico preciso de la severidad en la deficiencia de visión.

Esta serie de Láminas está destinada a suministrar una valoración rápida y exacta de la deficiencia congénita de la visión cromática, la forma más corriente de alteración de dicha visión, así como también, para conocer el estado del nervio óptico y sus fibras.

La mayoría de los casos de deficiencia congénita de visión cromática se constriñen al rojo-verde, pudiendo ser de dos tipos: en primer lugar, el tipo protánico que puede ser absoluta (protanopía o carencia de sensibilidad al color rojo) o parcial (protanomalia o percepción débil del color rojo), y en segundo lugar, el tipo deutánico que puede ser absoluta (deuteranopía o ceguera al color verde) o parcial (deuteranomalia o ceguera al color verde suave⁽⁸²⁾)

Por consiguiente, una de las características de las deficiencias daltónicas consiste en que los colores azul y amarillo aparecen muy claros comparados con los rojos y verdes. Esta serie de pruebas de las deficiencias visuales cromáticas está basada precisamente en estas características. En las deficiencias congénitas de la visión cromática, aparece también, aunque muy raramente, la que afecta a la totalidad del color. En estos casos, la sensibilidad al color tanto del rojo-verde como del amarillo-azul es muy débil, pudiendo percibirse solamente los colores claros⁽⁸²⁾.

Pero, salvo la sensibilidad cromática, no existe otra anomalía en las funciones visuales. Las Láminas de este libro constituyen un método sencillo de diagnóstico de tales casos, distinguiéndolos de los casos de deficiencias rojo-verdes. Hay también un grupo muy escaso de personas que padecen una ceguera total al color, con imposibilidad de distinguir cualquier variación cromática, normalmente también con deficiencias de la visión central con fotofobia y nistagmus.⁽⁸²⁾

Un defecto de apreciación del azul y del amarillo pueden denominarse tritanomalia si es parcial y tritanopía si es absoluto, pero tales casos, si bien existen, son muy raros⁽⁸²⁾. Las láminas de esta investigación no sirven para su diagnóstico.

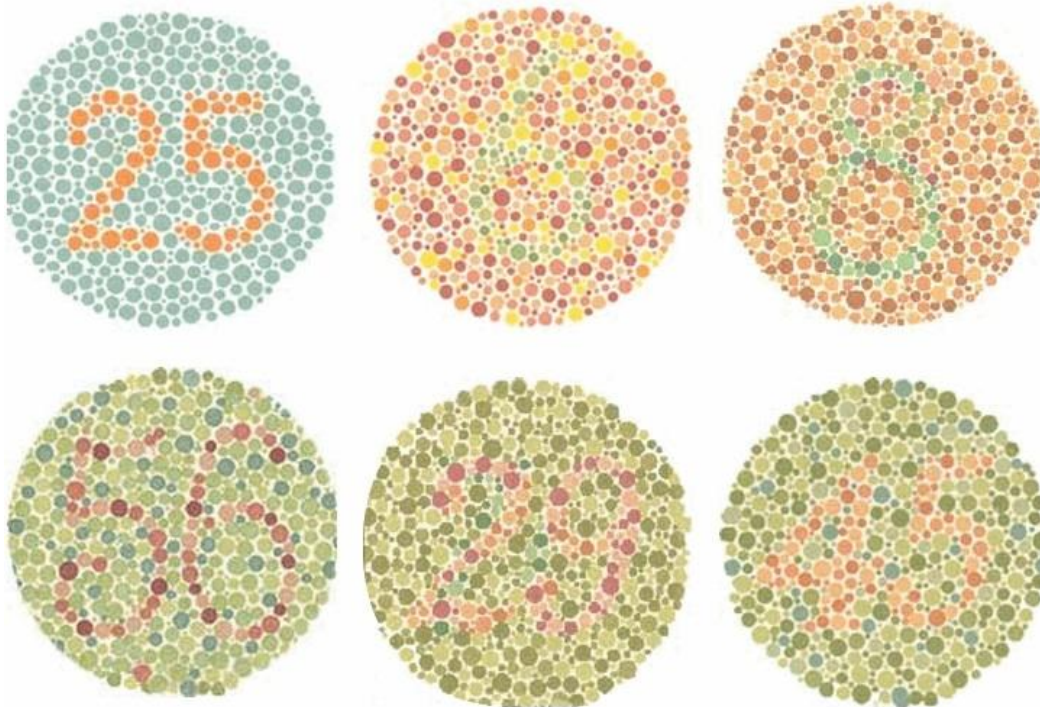


Figura 14. Test de Ishihara. Fuente: <http://www.colorblindnessfacts.com>

4.2.6 Guía de colores VITA Classic Guide.

La guía de color VITA Classical utilizada en este estudio pertenece al Lote B027CV1 (+J017B027CV10), la cual fue comprobada, ordenada por luminosidad y finalmente enumerada, de tal modo que el observador al culminar su actividad correspondiente, facilite la regresión de las tablillas en el orden inicialmente colocado.

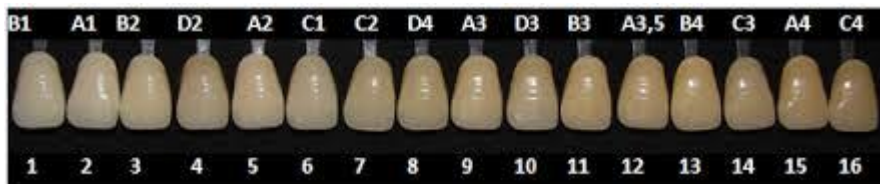


Figura 15. Conversión numérica de la Escala Vita™ Clásica.
Fuente: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/1/art1.asp>

Las características y propiedades de la Guía de colores VITA Classic ya ha sido descrita anteriormente, en el apartado de introducción.

4.2.7 Guía de color Toothguide 3D Máster.

La guía de color Toothguide 3D Master usada para la presente investigación corresponde al Lote N° B360ASP *Toothguide with BLEACHED spanisch* (+J017B360ASPO).

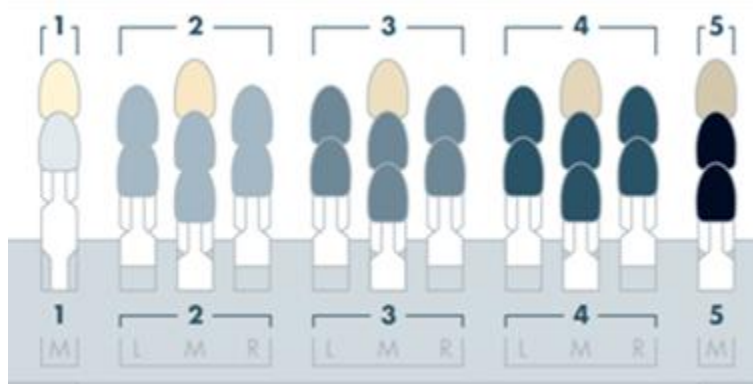
El SISTEMA VITA 3D-MASTER®, único en su género, permite determinar y reproducir de manera sistemática todos los colores de dientes naturales.

El mecanismo utilizado para determinar el color con la guía Vita-3D ha sido el siguiente: en primer lugar definimos la claridad, luego seleccionamos la intensidad, y el último paso es fijar la tonalidad, las cuales describiremos a continuación:

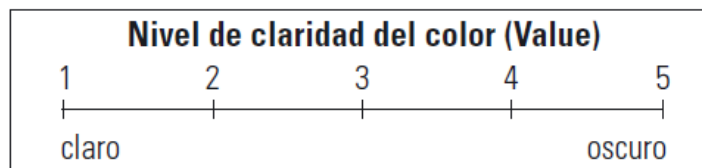
1. Para definir el nivel de **valor o luminosidad**, lo ejemplificamos con la tablilla M; en la cual se debe tomar en cuenta:
 - a) La distancia entre el objeto (diente a evaluar) y el objetivo (observador).



- b) Elegir el grupo 1, 2, 3,4 o 5.



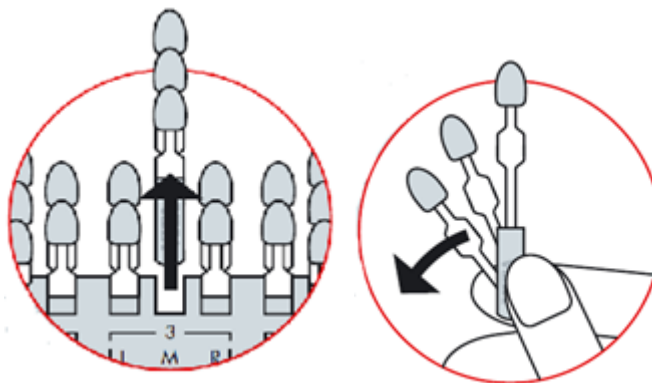
c) Seleccionar el grupo, empezando por el grupo más oscuro.



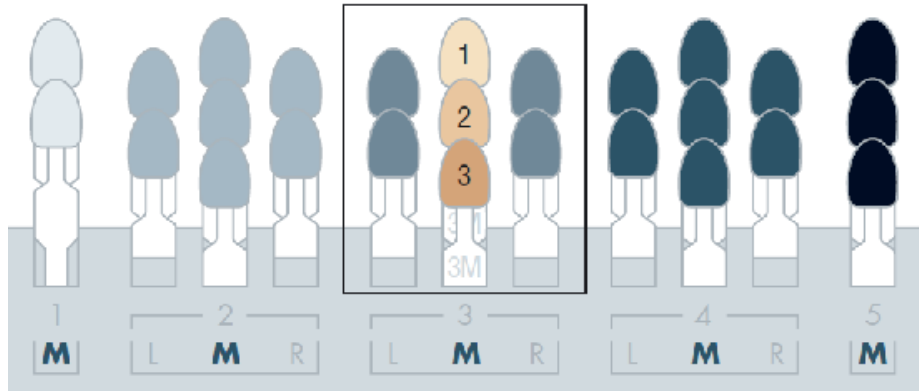
Primer Paso en Esquema de Indicación de Colores.

2. Seleccionar la **intensidad o croma** del color, el cual se realiza:

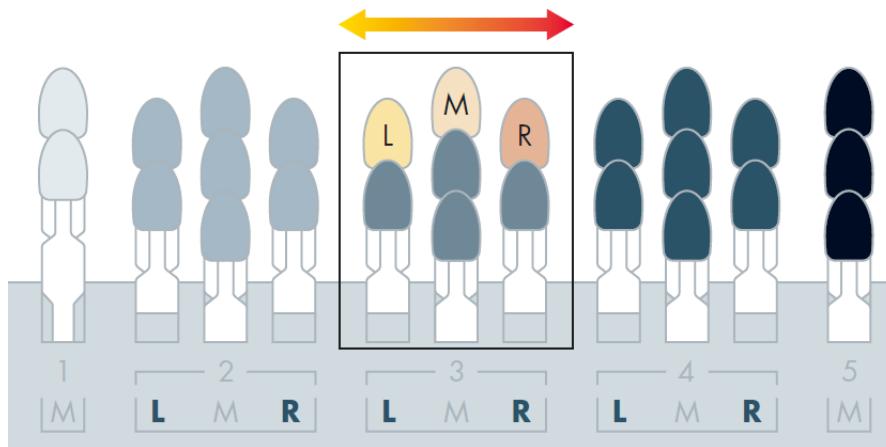
a) Después de encontrar el grado de claridad, se toma el abanico del grupo M (tonalidad media) y se abre lateralmente para definir la intensidad del color.



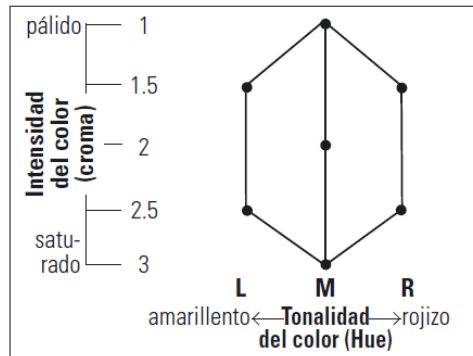
b) Luego se selecciona una de las tres muestras de colores.



3. Finalmente se fija la **tonalidad o tinte**, comprobando si el diente es más rojizo o mas amarillento que la muestra de color seleccionada.



4. Para aumentar aún más la precisión de la definición del color, pueden indicarse, si fuera preciso, valores intermedios de los niveles de claridad, de intensidad del color.



Segundo y tercer paso del Esquema de Indicación de Colores

4.2.8 Espectrofotómetro: Easyshade Advance.

El espectrofotómetro utilizado ha sido el Easyshade Advance de la casa Vita-Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany (Nº de serie: H20394) Es un instrumento digital integrado por una unidad central con una pantalla inferior, un terminal con una fuente de luz LED blanco de alta potencia D65, una batería recargable de ion-litio, láminas protectoras contra infecciones, y un lector que compara tanto los colores Vita Classical, como los colores Vita System 3D-Master, y que además divide el color en diferentes parámetros. Las demás especificaciones fueron explicadas anteriormente.



Figura 16. Espectrofotómetro VITA EasyShade Advance . Fuente: Datos propios de la Investigación (Maddia, 2015)

En cuanto al procedimiento de la toma del color, está constituido de forma más sistemática que en otras guías, por la determinación del valor, intensidad y tinte; las tonalidades de los recubrimientos se organizan de forma más gradual y ordenada en el intervalo de un color y sus características técnicas proporcionadas por la casa comercial se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3

Datos Técnicos de Espectrofotómetro VITA Easyshade Advance

Altura/Anchura/Profundidad	15,9cm/17,2cm/10,8cm
Peso	511 gramos
Batería	Batería Recargable de ion litio
Fuente de Luz	LED blanco de alta potencia
Conexión	Utilizar exclusivamente con fuentes de alimentación autorizada VITA, Referencia D46002
Clasificaciones	UL 60601-Aparato de clase II
Grado de Protección	Tipo B IPXO Este aparato no está indicado para el uso como aplicación de narcotico inflamable con aire o gas de la risa
Intervalo de Temperatura	De 15°C a 40°C

4.2.9 Dientes artificiales empleados en el estudio (VITA PHYSIODENS).

Descripción del producto:

Los dientes VITA PHYSIODENS VITA (Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG; Alemania) están compuestos por el material VITA MRP (microfiller reinforced polyacrylic), que ofrece adecuados valores de abrasión. La gama VITA PHYSIODENS Anteriores y Posteriores está disponible en los colores VITA SYSTEM 3D-MASTER y en los colores VITA clásica A1-D4 (excepto B1) ⁽⁸⁴⁾.

Compatibilidad:

Los dientes anteriores VITA PHYSIODENS pueden combinarse con los dientes posteriores VITA PHYSIODENS, VITAPAN CUSPIFORM o VITA LINGOFORM.

Peculiaridad

Propiedades:

Superficies oclusales totalmente anatómicas que siguen el modelo natural de forma sistemática.

Beneficios:

Prótesis de primera calidad conforme al modelo de la naturaleza.

Los dientes son cada una de las piezas implantadas en los huesos maxilares de los vertebrados, destinadas a sujetar y triturar el alimento aportando funcionalidad y estética dentro de la cavidad oral. Es así como los dientes de resina acrílica cumplen con el restablecimiento de la funcionalidad y estética, mediante la restauración total o parcial en prótesis removibles, o en prótesis fijas como puede ser el caso de las coronas provisionales⁽⁸⁴⁾.

Información Composición Química

- Poli (metacrilato de metilo).
- Etilenglicol dimetacrilato.
- Fluorescencia.

- Pigmentos.

Propiedades Físicas

Las propiedades físicas de los dientes de resinas acrílicas se miden en el Laboratorio de Control de la Calidad, mediante la utilización de equipos especializados y calibrados, basados en la norma ISO 22112:2005. Las propiedades físicas más relevantes son:

Los dientes acrílicos tienen una amplia variedad de tonos y diferentes formas que se pueden adaptar a la fisionomía de cada paciente. Los dientes acrílicos de New Stetic se clasifican en líneas según sus capas: 1 capa, 2 capas, 3 capas y 4 capas con las siguientes características⁽⁸⁴⁾:

- Amplia variedades de referencias de formas y colores.
- Los moldes para la fabricación de los dientes aseguran una excelente reproducción de la morfología y anatomía de los dientes naturales, lo que permite una reproducción de la oclusión del paciente según lo determine su diagnóstico.
- Amplia variedad de articulaciones en posteriores como 0°, 10°, 20° y 33°. Las articulaciones cruzada y normal, satisfacen las necesidades de los pacientes con retrognatismo, prognatismo o mordida normal
- Tienen dureza, durabilidad y funcionalidad excepcionales.
- Aspecto natural, gracias a la morfología y mezcla de múltiples capas de colores.
- Son biocompatibles con los tejidos bucales.

Se reproducen los matices y tonalidades traslúcidas que le dan vitalidad a los dientes artificiales, que se utilizan en las restauraciones dentales.

- La reproducción de colores de los dientes anteriores es similar en los dientes posteriores.
- Los dientes de la línea de cuatro capas poseen cuellos más oscuros que contrastan con su cuerpo, de la misma forma que la raíz de un diente natural cuando es más oscura que su corona.
- Composición química que asegura la unión química y física con la base de dentadura.
- Los dientes de resina acrílica tienen gran facilidad de adaptación.
- Son altamente resistentes a la ruptura.
- La capacidad para unirse a las resinas termopolimerizables para bases de dentaduras, permite un mayor tiempo de vida útil de las prótesis en la boca del paciente.
- Permiten restablecer la funcionalidad y estética del paciente.

Aseguramiento De La Calidad Del Producto:

En el Laboratorio de Control de la Calidad, se chequea el cumplimiento de los requerimientos de la norma ISO 22112:2005 para el producto terminado, por medio de equipos especializados. Acabado de la Superficie: Después de la elaboración de una prótesis mediante el sistema térmico convencional o por microondas, las piezas dentarias tienen la capacidad de recuperar el brillo que tenían inicialmente en la plaqueta de presentación, haciendo una abrasión a la superficie de los dientes.

Unión a la Base: Los dientes de resinas acrílicas y la resina para base de dentadura Veracril®, presentan una unión química.

Estabilidad Dimensional: Es la resistencia a la contracción o expansión de la pieza dentaria durante la elaboración de la prótesis, cuando se somete a

cambios de temperatura para que se lleve a cabo la polimerización. El cambio dimensional no debe exceder en $\pm 2,0\%$ ⁽⁸⁴⁾.

Comparación con la Guía de Colores: El central superior izquierdo de los juegos de dientes anteriores, debe coincidir con la guía de colores suministrada por el fabricante. *Inspección y Conformidad con la Carta de Moldes:* Los dientes de resinas acrílicas comparados dimensionalmente con los valores de la carta de moldes, no deben exceder en $\pm 5\%$. *Resistencia al Blanqueo, Distorsión o Agrietamiento (Crazing):* Después de haber sometido las piezas dentarias a cambios térmicos y llevadas a una solución de monómero, estas no deben presentar blanqueo, distorsión o resquebrajamiento al ser observadas en un estéreo microscopio. *Porosidad y Otros Defectos:* Los dientes no deben presentar poros u otro tipo de defectos, cuando se les hace un corte y se observan en estéreo microscopio aumentando la imagen 10 veces. *Fluorescencia:* Los dientes de resinas acrílicas deben tener fluorescencia⁽⁸⁴⁾.



Figura 17. Dientes artificiales empleados en el estudio (VITA PHYSIODENS).

4.3 MÉTODOS.

4.3.1 Descripción de los procedimientos para la elaboración del modelo maestro.

Antes del inicio del presente estudio, se realizó una copia exacta de un tipodonto maestro, realizada por el laboratorio dental Del Pozo, elaborada con yeso tipo IV de color azul, para no alterar la luminiscencia del entorno, abarcando seis dientes prefabricados de la marca VITA Physiодens, (Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG; Alemania) estratégicamente colocados de canino a canino superiores, ubicados con iguales magnitudes, tamaño, forma pero con diferentes colores según el fabricante. La disposición de los colores de los dientes fue: #13: 3M3; #12: 3R1.5; #11: 3M1; #21: 2M1; #22: 3L1.5; #23: 2M3.

Todos estos colores, tiene una variación parcial de algún parámetro con respecto al vecino con ánimo de explorar la capacidad de distinguir alteraciones mínimas de dimensiones del color.

A continuación se especificara los medios de desarrollo, para la obtención del modelo maestro con el cual trabajamos:

- a. Inicialmente se procedió a eliminar del tipodonto los dientes anteriores, de canino a canino, para posteriormente ser reemplazados por los dientes acrílicos que se utilizaron para dicho estudio.

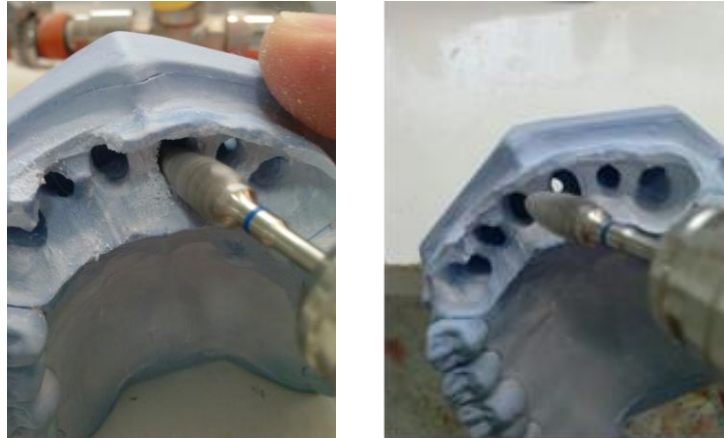


Figura 18. Modelo Inicial y socavado de los orificios para la colocacion de los dientes.

- b. Se seleccionaron y ubicaron con cera rosada, los dientes elegidos, de acuerdo a las indicaciones pautadas para la investigación.



Figura 19. Selección y ubicación de los dientes al modelo inicial.

- c. Seguidamente, se mezcló la impresión con silicona pesada y fluida simultáneamente, con el fin de obtener un acabado lo más preciso posible al modelo prefabricado, conjuntamente con los dientes dispuestos en su sitio.

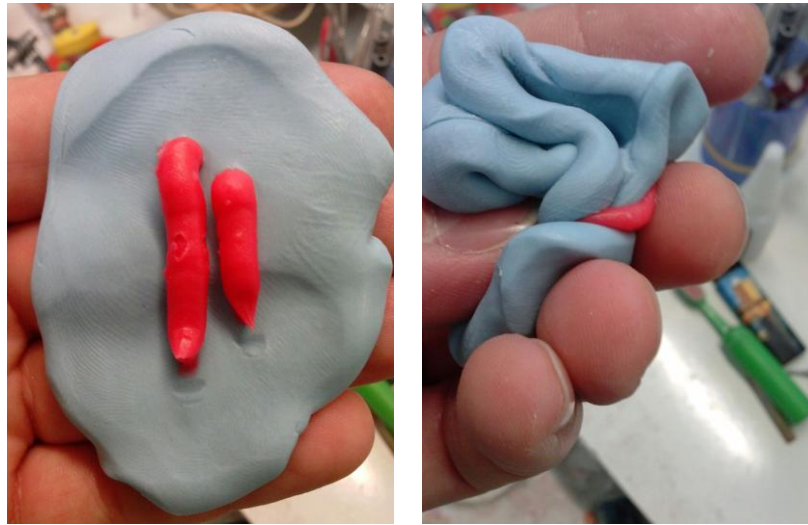


Figura 20. Mezcla del reactor/pasta Base de la Silicona por Condensación.

- d. Una vez finalizado el fraguado de la silicona, y obtenido el negativo de la impresión de los dientes anteriores, se limpió y secó cada uno de los dientes acrílicos y se reubicó nuevamente cada uno en su lugar.

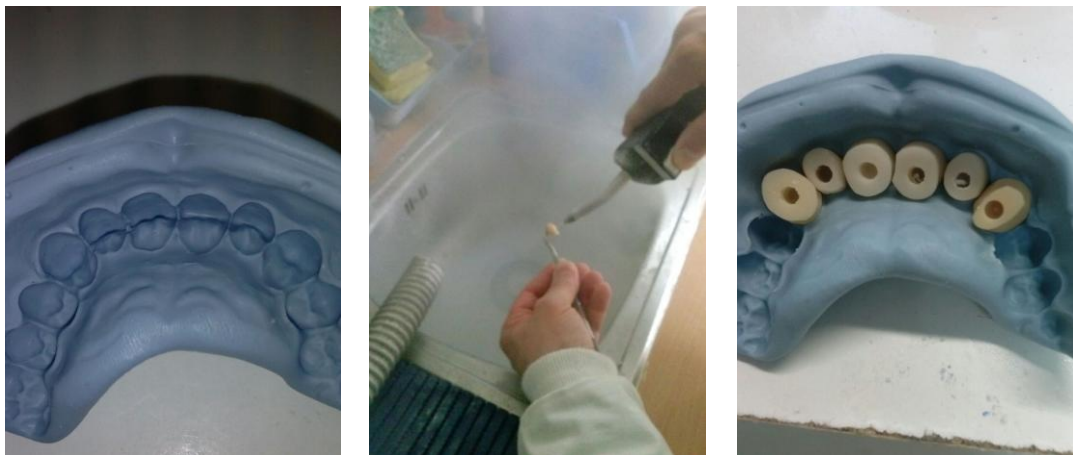


Figura 21. Resultado de la Impresión y reubicación de los dientes de estudio.

e. Luego se continuó con la colocación del adhesivo en el modelo de estudio.

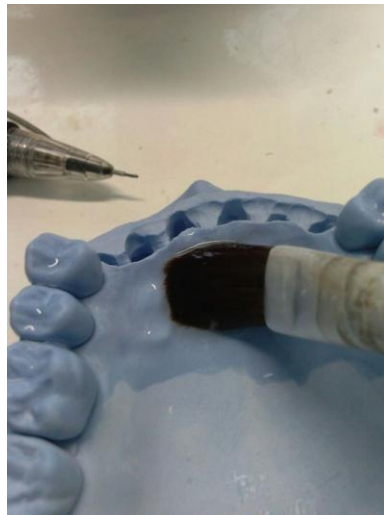


Figura 22. Aplicación de Adhesivo al Modelo de Trabajo.

f. Se coloca sobre el modelo de yeso con todos los dientes ubicados correctamente, la silicona que ha sido previamente fusionada.



Figura 23. Reubicación de la Silicona al modelo de estudio.

- g. Se colocó la resina acrílica, insertada de forma fluida, en los orificios superiores que dan lugar al espacio donde anteriormente se ubicaba la cera.

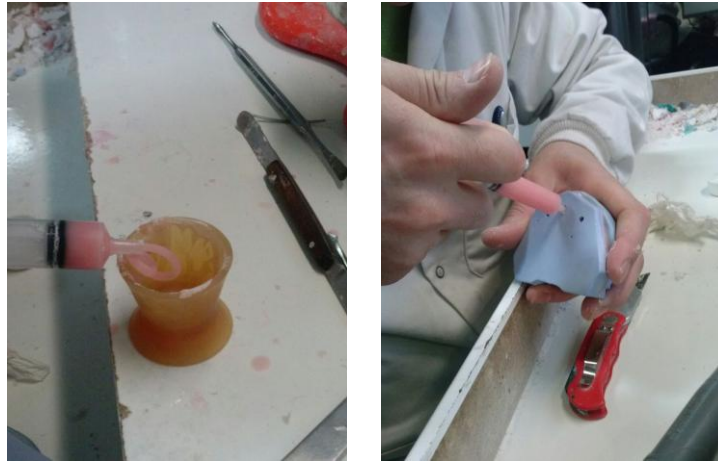


Figura 24. Resina Acrilica de consistencia fluida insertada al modelo.

- h. Se contornean los excesos del material, para una vez fraguado, no se distorsionen los detalles obtenidos.

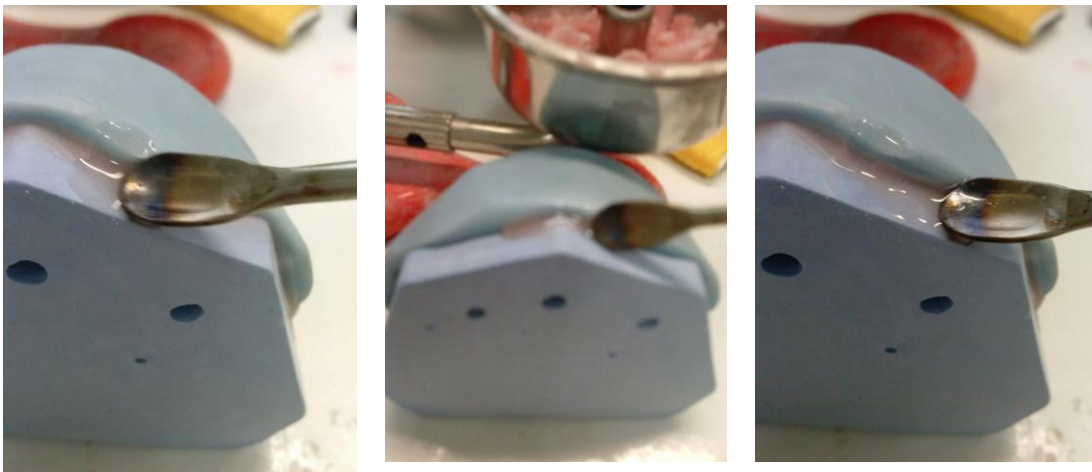


Figura 25. Contorneado de bordes de la resina acrílica al modelo estudio.

- i. Se procede a introducir el modelo de trabajo en el horno de fraguado de la resina acrílica.



Figura 26. Temperatura en el horno para polimerización de la resina acrílica.

- j. Se retiran los excesos minimamente, para no alterar el diseño.



Figura 27. Eliminación de excesos del acrílico en el modelo de estudio.

- k. Se pulió todos y cada uno de los dientes y adyacencias de la zona trabajada.



Figura 28. Pulido del modelo de estudio.

I. Trabajo terminado.



Figura 29. Modelo Patrón de Ensayo Finalizado.

4.3.2 Metodología de ensayo.

Todos los participantes debieron de superar el Test de Ishihara ⁽⁸²⁾ para formar parte de la muestra de estudio, descartando la existencia de cualquier deficiencia congénita de la visión cromática.

A todos los participantes se les explicó el funcionamiento de los 3 métodos de evaluación de color antes del inicio del ensayo.

Antes de la medición con el espectrofotómetro se procedió a la calibración *de tipo automática* del mismo, siguiendo los parámetros descritos por el fabricante, el cual se realizó de la siguiente manera:

1. Se coloca el aparato en el soporte para bloque de calibración, de forma que la punta quede enrasada y en ángulo recto con el bloque de calibración y presionar el bloque hacia abajo, asegurándose de que la pieza de mano esté bien alojada en el soporte para bloque de calibración.



Figura 30. Colocación del aparato para calibración automática del Espectrofotómetro. Fuente: <http://www.laboshop.com>

2. En el centro de la unidad de carga se ilumina un LED verde, y poco después la punta de medición de la pieza de mano ilumina el bloque de calibración. El final de la calibración se indica mediante tres breves señales acústicas.

3. Una vez realizada la calibración, aparece el menú de medición y el aparato está listo para su uso.



Figura 31. Calibración Manual del Espectrofotómetro.

Fuente: <http://www.laboshop.com>

4. Luego se procede a seleccionar el método a seguir según la guía de referencia (Vita Classical o 3D Máster).



Figura 32. Lecturas espectrofotométricas de las coordenadas del color.

Fuente: <http://www.laboshop.com>

El tipodonto Maestro (con los 6 dientes estratégicos), se encontraba en la caja de iluminación (Ver apartado 4.2.3) que creaba un entorno lumínico estable con luz similar a la solar del medio día y un color de entorno anodino.

Los métodos subjetivos (con guía Vita Classic o Vita 3d Master) y objetivos (Espectrofotómetro EasyShade) fueron aplicados por todos los participantes en los 6 dientes de ensayo, pero aplicando un orden distinto en cada recogida de datos - G1 (Classic, Toothguide 3D Master, Easyshade Advance), G2 (Toothguide 3D Master, Classic, Easyshade Advance), G3 (Easyshade Advance, Toothguide 3D Master, Classic), para que el orden de utilización del método no sesgara las cifras de precisión o rendimiento que aportaría.

Cada participante aportó, por tanto, 18 valores (3 valoraciones de color, por 6 dientes maestros), en los que además se recogió el tiempo en segundos utilizado con cada método para analizar los 6 dientes. Se utilizaron las guías de equivalencia que aporta el Fabricante (Vita Zahnfabrik, Alemania) para poder contrastar la consistencia intermétodo.

Así mismo, una parte de la muestra (n=18, 16% de la muestra total) repitió las mediciones en todos los dientes con los tres métodos, transcurridas una semana, para valorar la consistencia intra-observador.

4.3.3 Variables:

Se recogieron variables sociodemográficas (edad, sexo, país), variables de experiencia (estudiantes de 1º y 2º año de Odontología, estudiantes 3º-5º años odontología o externos), variables de color expresadas en códigos de Vita Classic Guide y Vita Toothguide 3D Master. Se recogió el tiempo en segundos con cada método. Además se recogió información del observado acerca de qué método consideraba más cómodo, más intuitivo y más rápido.

Además se valoraron las coincidencias de color medido con el método 3D Master con el color original expresado en el mismo código. Estas coincidencias podían ser

exactas, de luminosidad (todas las que tuvieran asignadas el mismo Value) o de tinte (todas las asignadas el mismo tono L, M, R dentro del Value original). Se calculó además el número total de aciertos en la exploración de 6 dientes, que va de 0 a 6.

Se estableció como principal variable de estudio la experiencia clínica en la toma de color, creándose por tanto 2 grupos: Grupo con Experiencia formado por estudiantes de 3-5º curso de odontología (n= 77) y Grupo sin Experiencia clínica en la toma de color (n=36) formado por estudiantes de 1º y 2º año de Odontología, así como personal externo a la odontología.

4.3.4 Análisis de datos:

La estadística descriptiva utilizó la distribución muestral (n,%) para variables cuantitativas, y la media y desviación estándar (sd) para las variables cuantitativas. La comparación entre grupos utilizó pruebas paramétricas (Student T tests) y no paramétricas (Chi Cuadrado) en función del tipo de variable analizada. Para ver la proporción de aciertos, se estudió la concordancia intra-observador con el método Kappa. Según Landis y Koch⁽⁸³⁾, los resultados del índice se interpretan así:

0-0.2_ligera coincidencia

0.2-0.4_acuerdo pobre

0.4-0.6_acuerdo moderado

0.61-0.8_acuerdo satisfactorio

0.81-1.0_acuerdo casi o totalmente perfecto

Para analizar el grado de concordancia entre el ojo humano y el dispositivo electrónico hemos utilizado el test estadístico Kappa simple y Kappa ponderado.

Para una mejor interpretación de dichos datos nos hemos orientado según el criterio de Landis JR. y Koch GG. en el año 1977 conscientes de que no existen dos observadores (según aparece en dicho artículo). La relación entre las observaciones de varios experimentadores, según el estadístico Kappa, es de 0 si los criterios de los observadores son totalmente diferentes (al azar), superior al 0.4 si la concordancia es moderada, superior a 0.6 concordancia buena-sustancialmente importante, y superiores a 0.8 si la concordancia es muy buena, casi perfecta⁽⁸³⁾.

Estos análisis se realizaron con el programa SPSS v-21 (Statistical Package for Social Sciences, Chicago IL), estableciendo un p-valor de 0.05 para determinar una diferencia como estadísticamente significativa.

Asimismo, cabe destacar que en Vita, no hay una tabla oficial de equivalencias entre 3D y Classic, ya que se consideran que son dos guías distintas, pero a nivel interno se trabaja con una equivalencia aproximada que aparece en la tabla siguiente. Vita no se hacen responsables de su aplicación.

Tabla 4. Equivalencia aproximada entre Vita Classic y Toothguide 3DMaster.

Classical	3D-Master	Comentarios
A1	2M1	
A2	2M2	
A3	3M2	
A3,5	3R2,5	
A4	4M2	
B1	1M1	
B2	2L2	Mezcla de 2L1,5 y 2L2,5 al 50%
B3	3L2,5	
B4	3M3	
C1	2M1	
C2	3L1,5	
C3	4L1,5	
C4	5M1	Maquillado con Akz.9
D2	3M1	Con + EN2/ENL y cuello maquillado con Akz.9
D3	3M2	Con + EN2/ENL
D4	3L2	Mezcla de 3L1,5 y 3L2,5 al 50%

A continuación recordamos los colores elegidos según la guía toothguide 3D Master, en este estudio, así como su "correspondencia" determinada según la tabla anterior, adicionando las limitaciones del mismo, por lo que resulta la siguiente proporción:

13: 3M3, cuya correspondencia es el color B4.

12: 3R1.5, No tiene correspondencia exacta, la más aproximada es el color A3,5.

11: 3M1: cuya correspondencia es el color D2.

21: 2M1: cuya correspondencia es el color C1.

22: 3L1.5: cuya correspondencia es el color C2.

23: 2M3: No tiene correspondencia exacta, la más aproximada es el color A2.

5. RESULTADOS:

Tabla n° 5: Caracterización de la muestra en estudio a partir de la edad, el género y el país de procedencia según la experiencia en color dental.

Formación en color dental	Sin experiencia		Con experiencia	
Edad (años)	30.5 ± 11.2		23.1 ± 3.8	
$\bar{X} \pm DE$				
Género	n	%	n	%
Femenino	22	61,1	51	66,2
Masculino	14	38,9	26	33,8
País	n	%	n	%
Venezuela	19	52,8	37	48,1
España	17	47,2	40	51,9
Total	36	100	77	100

El grupo con experiencia en color dental estuvo conformado por 77 personas (68,14%) de los cuales predominó el género femenino (66,2%= 51 casos) y en cuanto a la procedencia fueron mayormente de España (51,9%). Por su parte el grupo que no tenían experiencia en color dental estuvo conformado por 36 personas (31,86%), predominantemente del género femenino (61,1%) y procedentes en su mayoría de Venezuela (52,8%).

Aquellas personas con formación sobre color registraron una edad promedio de 23,12 años ± 3,83, con una edad mínima de 20 años y una máxima de 43 años, mientras que de las 36 personas sin experiencia se registró una edad promedio de 30,50 años ± 11,24, con una edad mínima de 17 años y una máxima de 55 años. Encontrándose una diferencia estadísticamente significativa entre ambos promedios, siendo mayor el del grupo sin experiencia en color dental ($t=3,84$; $p=0,0001 < 0,05$). Este valor de 0.05 se establece para declarar una diferencia como estadísticamente significativa.

Tabla 6. Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #13 (Color 3M3 según el Fabricante: VITA Zahnfabrik, Alemania), en función del nivel de experiencia en color dental.

Diente 13	Experiencia en la toma de color dental			
	Sin experiencia		Con experiencia	
Método 1	n	%	n	%
A 3	4	11,1	0	0
A 3,5	7	19,4	14	18,2
A 4	10	27,8	18	23,4
B 2	0	0	1	1,3
B 3	5	13,9	7	9,1
B 4	10	27,8	30	39,0
C 4	0	0	1	1,3
D 4	0	0	1	7,8
Método 2	n	%	n	%
2M1	0	0	5	6,5
2M2	2	5,6	3	3,9
2M3	4	11,1	3	3
3M1	0	0	2	5,6
3M2	0	0	1	1,3
3M3	5	13,9	11	14,3
3R2.5	1	2,8	6	7,8
3R1.5	1	2,8	1	1,3
4M1	1	2,8	5	6,5
4M2	2	5,6	8	10,4
4M3	5	13,9	9	11,7
4R2.5	8	22,2	10	13
4R1.5	5	13,9	9	11,7
5M2	0	0	4	5,2
Método 3	n	%	n	%
A2	3	8,3	2	2,6
A3	0	0	2	2,6
B3	7	19,4	18	23,4
B4	23	63,9	45	58,4
C2	0	0	2	2,6
D3	1	2,8	5	6,5
D4	2	5,6	3	3,9
Total	36	100	77	100

En el diente 13, en lo correspondiente al método 1 (Guía Vita) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color A4 y B4 con un 27,8% por igual,

mientras que en el grupo con experiencia sobre color dental predominó el color B4 (39%) seguido del A4 (23,4%).

A partir del método 2 (Toothguide 3D Master) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color 4R2, 5 con un 22,2%; mientras que en el grupo con experiencia fue más frecuente la escogencia del color 3M3 (14,3%).

En lo que respecta al método 3 (EasyShade Advance) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color B4 con un 63,9%; muy similar al grupo con experiencia donde predominó la escogencia del mismo color B4, aunque con una proporción menor (58,4%).

Tabla N°7. Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #12 (Color 3R1.5 según el Fabricante: VITA Zahnfabrik, Alemania), en función de la experiencia en color dental.

Diente 12	Experiencia en color dental			
	Sin experiencia		Con experiencia	
Método 1	n	%	n	%
A 1	0	0	1	1,3
A 2	6	16,7	19	24,7
A 3	5	13,9	4	5,2
A 4	1	2,8	0	0
B 1	0	0	1	1,3
B 2	8	22,2	12	15,6
B 3	0	0	2	2,6
B 4	1	2,8	1	1,3
C 1	3	8,3	11	14,3
C 2	3	8,3	11	14,3
D 2	3	8,3	6	7,8
D 3	4	11,1	6	7,8
D 4	2	5,6	3	3,9
Método 2	n	%	n	%
1M2	1	2,8	1	1,3
2M1	1	2,8	2	2,6
2M2	1	2,8	5	6,5
2R1.5	4	11,1	5	6,5
2R2.5	1	2,8	4	5,2
2L2.5	1	2,8	0	0
3M1	1	2,8	2	2,6
3M2	4	11,1	10	13
3R1.5	8	22,22	22	28,57
3R2.5	2	5,6	1	1,3
		85		

4M1	6	16,7	7	9,1
4M2	0	0	1	1,3
4M3	0	0	1	1,3
4R1.5	3	8,3	12	15,6
4R2.5	2	5,6	2	2,6
5M1	0	0	1	1,3
5M2	1	2,8	1	1,3
Método 3	n	%	n	%
A1	0	0	2	2,6
A3	20	55,6	53	68,8
A3,5	1	2,8	5	6,5
B3	6	16,7	4	5,2
B4	0	0	1	1,3
C2	3	8,3	1	1,3
D2	3	8,3	8	10,4
D3	3	8,3	3	3,9
Total	36	100	77	100

En el diente 12, a partir del método 1 (Guía Vita Classic) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color B2 con un 22,2%, mientras que en el grupo con experiencia sobre color dental predominó la selección del color A2 (24,7%).

A partir del método 3D máster, en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó la escogencia del color 3R1,5 con un 13,9%; similar al grupo con experiencia donde fue más frecuente la escogencia del color 3R1,5 (28,57%).

En lo que respecta al método 3 (EasyShade Advance) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color A3 con un 55,6%; muy similar al grupo con experiencia donde predominó la escogencia del mismo color A3, aunque con una proporción mayor (68,8%).

Tabla N° 8. Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #11 (Color 3M1 según el Fabricante: VITA Zahnfabrik, Alemania), en función de la experiencia en color dental.

Diente 11	Experiencia en color dental			
	Sin experiencia		Con experiencia	
Método 1	n	%	n	%
A 1	4	11,1	15	19,5
A 2	3	8,3	3	3,9
B 1	10	27,8	16	20,8
B 2	1	2,8	5	6,5
C 1	16	44,4	28	36,4
C 2	2	5,6	6	7,8
C 3	0	0	1	1,3
D 2	0	0	3	3,9
Método 2	n	%	n	%
1M1	4	11,1	4	5,2
2M1	9	25	16	20,8
2M2	1	2,8	3	3,9
2R1.5	8	22,2	14	18,2
2R2.5	0	0	1	1,3
2L1.5	0	0	10	13
2L2.5	1	2,8	1	1,3
3M1	3	8,3	12	15,6
3M2	2	5,6	4	5,2
3R1.5	4	11,1	6	7,8
3R2.5	2	5,6	1	1,3
4M1	2	5,6	2	2,6
4M2	0	0	2	2,6
4R1.5	0	0	1	1,3
Método 3	n	%	n	%
A1	0	0	1	1,3
A3	0	0	2	2,6
B1	1	2,8	3	3,9
B2	1	2,8	3	3,9
C1	1	2,8	5	6,5
C2	1	2,8	0	0
C3	0	0	1	1,3
D1	1	2,8	3	3,9
D2	26	72,2	49	63,6
D3	5	13,9	10	13
Total	36	100	77	100

En el diente 11, en lo correspondiente al método 1 (Guía Vita Classic) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color C1 con un 44,4%, de igual forma en el grupo con experiencia sobre color dental predominó el color C1 (36,4%).

A partir del método 2 (Toothguide 3D Master) en el grupo sin experiencia sobre color dental fue más frecuente la escogencia del color 2R1,5 con un 22,2%; mientras que en el grupo con experiencia fue más frecuente la escogencia del color 2M1 (20,8%).

En lo que respecta al método 3 (EasyShade Advance) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color D2 con un 72,2%; muy similar al grupo con experiencia donde predominó la escogencia del mismo color D2, aunque con una proporción menor (63,6%).

Tabla N° 9. Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #21 (Color 2M1 según el Fabricante VITA Zahnfabrik, Alemania), en función de la experiencia en color dental.

Diente 21	Experiencia en color dental			
	Sin experiencia		Con experiencia	
Método 1	n	%	n	%
A 1	8	22,2	25	32,5
A 2	1	2,8	3	3,9
B 1	12	33,3	22	28,6
B 2	0	0	1	1,3
B 4	0	0	1	1,3
C 1	13	36,1	17	22,1
C 2	0	0	3	3,9
D 1	1	2,8	2	2,6
D 2	1	2,8	3	3,9
Método 2	n	%	n	%
1M1	11	30,6	18	23,4
1M2	1	2,8	2	2,6
2M1	8	22,2	22	28,6
2M2	0	0	3	3,9
2R1.5	4	11,1	12	15,6

2L1.5	2	5,6	2	2,6
2L2.5	0	0	2	2,6
3M1	5	13,9	7	9,1
3M2	1	2,8	1	1,3
3M3	0	0	2	2,6
3R1.5	3	8,3	2	2,6
4M1	0	0	2	2,6
4M2	0	0	1	1,3
4R1.5	1	2,8	1	1,3
Método 3	n	%	n	%
A1	0	0	2	2,6
B1	11	30,6	15	19,5
B2	1	2,8	1	1,3
B3	0	0	1	1,3
B4	0	0	1	1,3
C1	5	13,9	6	7,8
C3	0	0	1	1,3
D1	1	2,8	2	2,6
D2	17	47,2	44	57,1
D3	1	2,8	3	3,9
D4	0	0	1	1,3
Total	36	100	77	100

En el diente 21, en lo correspondiente al método 1 (Guía Vita Classic) en el grupo sin experiencia sobre color dental fue más frecuente la escogencia del color C1 (36,1%) y el color B1 (33,3%), mientras que en el grupo con experiencia sobre color dental predominó el color A1 (32,5%) y B1 (28,6%).

A partir del método 2 (Toothguide 3D Master) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color 1M1 con un 30,6%; mientras que en el grupo con experiencia fue más frecuente la escogencia del color 2M1 (28,6%), seguido del color 1M1 (23,4%).

En lo que respecta al método 3 (EasyShade Advance) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color D2 con un 47,2%; muy similar al grupo con experiencia donde predominó también la escogencia del mismo color D2, con una proporción levemente mayor (57,1%).

Tabla N° 10. Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #22 (Color 2M1 según el Fabricante VITA Zahnfabrik, Alemania), en función de la experiencia en color dental.

Diente 22	Experiencia en color dental			
	Sin experiencia		Con experiencia	
Método 1	n	%	n	%
A 1	1	2,8	3	3,9
A 2	5	13,9	5	6,5
A 3	11	30,6	22	28,6
A 3,5	4	11,1	2	2,6
B 1	1	2,8	0	0
B 2	1	2,8	3	3,9
B 3	2	5,6	6	7,8
B 4	0	0	2	2,6
C 1	0	0	1	1,3
C 2	2	5,6	4	5,2
C 3	1	2,8	4	5,2
D 2	1	2,8	2	2,6
D 3	5	13,9	13	16,9
D 4	2	5,6	10	13,0
Método 2	n	%	n	%
1M1	1	2,8	1	1,3
2M1	0	0	1	1,3
2M3	2	5,6	1	1,3
2R1.5	0	0	1	1,3
2R2.5	2	5,6	0	0
2L1.5	0	0	1	1,3
2L2.5	0	0	2	2,6
3M1	2	5,6	1	1,3
3M2	4	11,1	13	16,9
3M3	0	0	2	2,6
3R1.5	7	19,4	16	20,8
3R2.5	4	11,1	9	11,7
4M1	1	2,8	5	6,5
4M2	1	2,8	2	2,6
4R1.5	11	30,6	19	24,7
4R2.5	1	2,8	2	2,6
5M1	0	0	1	1,3
Método 3	n	%	n	%
A1	2	5,6	2	2,6
A2	2	5,6	5	6,5
A3	1	2,8	4	5,2
B2	1	2,8	2	2,6
B3	15	41,7	33	42,9
B4	12	33,3	23	29,9
D2	1	2,8	4	5,2
D3	2	5,6	3	3,9
Total	36	100	77	100

En el diente 22, a partir del método 1 (Guía Vita Classic) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó la selección del color A3 (30,6%), muy similar al grupo con experiencia sobre color dental donde predominó el color A3 con un porcentaje inferior (28,6%).

A partir del método 2 (Toothguide 3D Master) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color 4R1,5 (30,6%); similar a la selección del grupo con experiencia donde fue más frecuente la escogencia del color 4R1,5 (24,7%).

En lo que respecta al método 3 (EasyShade Advance) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color B3 con un 41,7%; muy similar al grupo con experiencia donde predominó la escogencia del mismo color B3 (42,9%).

Tabla N° 11. Descripción del registro de color a partir de los 3 Métodos estudiados en el diente diana #23 (Color 2M3 según el Fabricante VITA Zahnfabrik, Alemania), en función de la experiencia en color dental.

Diente 23	Experiencia en color dental			
	Sin experiencia		Con experiencia	
Método 1	n	%	n	%
A 3	7	19,4	12	15,6
A 3,5	6	16,7	17	22,1
A 4	2	5,6	5	6,5
B 2	0	0	1	1,3
B 3	6	16,7	15	19,5
B 4	4	11,1	10	13,0
C 2	3	8,3	3	3,9
C 3	4	11,1	3	3,9
C 4	2	5,6	2	2,6
D 2	0	0	1	1,3
D 3	1	2,8	5	6,5
D 4	1	2,8	3	3,9
Método 2	n	%	n	%
2M1	0	0	1	1,3
2M2	0	0	1	1,3
2M3	3	8,3	4	5,2
2R1.5	0	0	1	1,3
2R2.5	0	0	1	1,3

3M1	0	0	1	1,3
3M2	3	8,3	8	10,4
3M3	4	11,1	5	6,5
3R1.5	4	11,1	6	7,8
3R2.5	6	16,7	8	10,4
4M1	1	2,8	4	5,2
4M2	8	22,2	8	10,4
4M3	1	2,8	1	1,3
4R1.5	4	11,1	15	18,48
4R2.5	3	8,3	9	11,7
5M1	0	0	2	2,6
5M2	0	0	1	1,3
5M3	0	0	1	1,3
Método 3	n	%	n	%
A1	1	2,8	3	3,9
A2	1	2,8	3	3,9
A3	1	2,8	1	1,3
B1	0	0	1	1,3
B2	3	8,3	4	5,2
B3	26	72,2	58	75,3
B4	4	11,1	7	9,1
Total	36	100	77	100

En el diente 23, a partir del uso del método 1 (Guía Vita Classic) en el grupo sin experiencia sobre color dental fue más frecuente la escogencia del color A3 (19,4%), seguida de los colores A3,5 y B3 (16,7% por igual), mientras que en el grupo con experiencia sobre color dental predominó el color A3,5 (22,1%) y B3 (19,5%).

A partir del método 2 (Toothguide 3D Master) en el grupo sin experiencia sobre color dental fue más frecuente el color 4M2 con un 22,2%; mientras que en el grupo con experiencia fue más frecuente la escogencia del color 4R1,5 (18,48%).

En lo que respecta al método 3 (EasyShade Advance) en el grupo sin experiencia sobre color dental predominó el color B3 con un 72,2%; muy similar al grupo con experiencia donde predominó también la escogencia del mismo color B3, con una proporción levemente mayor (75,3%).

El color 2M3 no dispone de correspondencia cromática exacta, según la tabla de correspondencias, la más aproximada es el color A2 entre la guía 3M Master y la guía Vita Classic.

Tabla N° 12. Rendimiento operativo (comodidad, intuición y rapidez) de cada método en función de su nivel de experiencia con respecto al registro del color dental (n=113).

	Sin experiencia en color dental		Con experiencia en color dental	
El más Comodo	n	%	n	%
Vita Classic	6	16,7	20	26
3D master	3	8,3	7	9,1
EasyShade ADVANCE	27	75	50	64,9
El más Intuitivo	n	%	n	%
Vita Classic	16	44,4	31	40,3
3D master	13	36,1	22	28,6
EasyShade	7	19,4	24	31,2
El más Rápido	n	%	n	%
Vita Classic	2	5,6	1	1,3
3D master	0	0	4	5,2
EasyShade	34	94,4	72	93,5
Total	36	100	77	100

No hay diferencias significativas en la comparación por Chi Cuadrado, en función del nivel de experiencia en cuanto a la opinión del rendimiento operativo. No obstante, el grupo sin experiencia sobre color refirió que era más cómodo el método 3 (EasyShade Advance) con un 75%; que era más intuitivo el método 1 (Vita Classic) con un 44,4% y era más rápido el método 3 (EasyShade Advance) con un 94,4%.

En el grupo con experiencia sobre el color se evidenció que era más cómodo el método 3 (EasyShade Advance) con un 64,9%; asimismo que era más intuitivo el método 1 (Vita Classic) con un 40,3% y también que era más rápido el método 3 (EasyShade Advance) con un 93,5%.

Tabla n° 13. Descripción de la igualdad cromática percibida tras el ensayo con los 3 métodos en función del nivel de formación sobre el registro del color dental.

Toma de color idénticos	Sin experiencia en color dental		Con experiencia en color dental	
	n	%	n	%
Ninguno	22	61,1	25	32,5
#11 y #21 (3M1 – 2M1)	11	30,6	36	46,8
#13 y #23 (3M3 – 2M3)	1	2,8	4	5,2
#22 y #23 (3L1,5 – 2M3)	1	2,8	7	9,1
#12 y #22 (3R1,5 – 3L1,5)	1	2,8	1	1,3
#12 y #21 (3R1.5 - 2M1)	0	0	4	5,2
Total	36	100	77	100

Existen diferencias significativas en la comparación por Chi Cuadrado, en cuanto a la distribución de la igualdad cromática, en función del nivel de experiencia (Chi: 10.28, gl:5, p= <0.05).

En lo que respecta a la percepción sobre igualdad cromática de los dientes evaluados el grupo sin experiencia sobre color dental refirió mayormente que ninguno de los dientes tenían igualdad en el color (61,1%), seguidos de aquellos que afirmaron que los dientes 11 y 21 tenían similitud cromática (30,6%). Por su parte, el grupo con experiencia sobre color refirió mayormente que los dientes 11 y

21 presentaban igualdad en cuanto al color (46,8%), seguidos de aquellos que referían que ningún diente presentaba igualdad en cuanto al color (32,5%)

Tabla n° 14. Comparación del tiempo promedio de identificación con los tres métodos en función del nivel de experiencia sobre el registro del color dental.

Tiempo de registro (seg)	Sin experiencia en color dental	Con experiencia en color dental	t	p-valor
	$\bar{X} \pm Es$ (n=36)	$\bar{X} \pm Es$ (n=77)		
Vita Classic	110.1 ± 36.8	106.5 ± 56	0.34	0.73
Toothguide3D Master *	170.6 ± 58	140.3 ± 58.8	2.57	0.012
EasyShade Advance*	64.4 ± 29.3	46.9 ± 25	3.10	0.003
Total *	345.1 ± 112.5	293.7 ± 111.7	2.33	0.022

*Las diferencias encontradas por el Test de Student son significativas

En el grupo sin formación sobre color dental el menor promedio de registró se observó a partir del método 3 (EasyShade Advance) y el mayor promedio de registró se observó a partir del uso del método 2 (Toothguide3D Master); muy similar al comportamiento del grupo con experiencia sobre color dental aunque los promedios en este último grupo fueron menores.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de tiempo de registro en los métodos 2 y 3, donde el grupo con experiencia, registró los menores promedios ($p < 0,05$).

Tabla n° 15. Descripción de la concordancia intra-observador entre la primera y segunda evaluación del color de los 6 dientes patrones con los 3 métodos de ensayo (n=18).

Diente	Concordancia		Intraobservador	
	n	%	Kappa	p-valor
Diente 13				
Aciertos Met. Clásica	5	27.8	0.12	0.19
Aciertos Met. 3D Master	6	33.3	0.23	0.012
Aciertos Met. Easy	16	88.9	0.84	<0.001
Diente 12				
Aciertos Met. Classic	0	0.0	0.0	0.96
Aciertos Met. 3D Master	14	77.8	0.74	<0.001
Aciertos Met. Easy	13	72.2	0.34	0.030
Diente 11				
Aciertos Met. Classic	7	38.9	0.29	0.001
Aciertos Met. 3D Master	10	55.6	0.50	<0.001
Aciertos Met. Easy	11	61.1	0.41	0.001
Diente 21				
Aciertos Met. Classic	9	50.0	0.32	0.01
Aciertos Met. 3D Master	5	27.8	0.08	0.49
Aciertos Met. Easy	7	38.9	0.05	0.72
Diente 22				
Aciertos Met. Classic	0	0.0	0.0	0.10
Aciertos Met. 3D Master	9	50.0	0.51	<0.001
Aciertos Met. Easy	14	77.8	0.69	0.001
Diente 23				
Aciertos Met. Classic	3	16.7	0	1.0
Aciertos Met. 3D Master	8	44.4	0.38	<0.001
Aciertos Met. Easy	11	61.1	0.10	0.44
Total	36	100	77	100

La proporción de colores que fueron consistentes en la segunda exploración, oscila entre 0% y el 88.9%, en función de las categorías posibles de asignación se establece un índice Kappa, que nos mide la concordancia intraobservador. Por ejemplo, en el diente #13 con el método Classic, el índice Kappa de 0.12 refleja sólo una ligera coincidencia entre el valor inicial y final. De hecho cómo solo un 27.8% de los valores registrados al inicio coinciden con el final, por tanto en la mayoría no coinciden cuando se utiliza el método Guía VITA Classic. En el mismo

diente #13, con el método Vita Toothguide 3D Master, la concordancia es mayor que con el método Vita Classic pero sigue siendo pobre (Kappa de 0.23; p=0.012). En el diente #12, con el método Classic se obtiene concordancia nula. En general, la concordancia es mayor con el Método espectrofotométrico Easyshade Advance y con la guía Toothguide 3D Master 3D, tomando como referencia la tabla de correspondencias señalada anteriormente.

Tabla n° 16. Descripción de aciertos y fallos en toma de color dental idénticos según el nivel de experiencia sobre el registro (basándonos en la Guía Vita Classic).

Toma de color idénticos	Sin experiencia en color dental		Con experiencia en color dental	
Diente 13	n	%	n	%
Fallo	31	86,1	66	85,7
Aciertos	5	13,9	11	14,3
Diente 12	n	%	n	%
Fallo	31	86,1	64	83,1
Aciertos	5	13,9	13	16,9
Diente 11	n	%	n	%
Fallo	33	91,7	65	84,4
Aciertos	3	8,3	12	15,6
Diente 21	n	%	n	%
Fallo	28	77,8	55	71,4
Aciertos	8	22,2	22	28,6
Diente 22	n	%	n	%
Fallo	30	83,3	64	83,1
Aciertos	6	16,7	13	16,9
Diente 23	n	%	n	%
Fallo	33	91,7	73	94,8
Aciertos	3	8,3	4	5,2
Total	36	100	77	100

No hay diferencias significativas en la comparación por Chi Cuadrado, en función del nivel de experiencia en cuanto a la distribución de aciertos del color. En el grupo sin experiencia sobre color dental aunque predominaron los fallos en cuanto

al reconocimiento del tono (puro) de los diferentes dientes; el mayor porcentaje de acierto se registró en el diente 21 (22,2%), seguido del diente 22 (16,7%). Por su parte, en el grupo con experiencia sobre color dental de igual manera predominaron los fallos en cuanto al tono (toma de color idénticos), sin embargo el mayor porcentaje de acierto se registró también en el diente 21 (28,6%) y en los dientes 12 y 22 (16,9% por igual).

Tabla n° 17. Descripción de aciertos y fallos en la luminosidad según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental (basándonos en la Guía Vita Classic).

Luminosidad	Sin experiencia en color dental		Con experiencia en color dental	
	n	%	n	%
Diente 13				
Fallo	27	75	56	72,7
Aciertos	9	25	21	27,3
Diente 12				
Fallo	21	58,3	42	54,5
Aciertos	15	41,7	35	45,5
Diente 11				
Fallo	25	69,4	54	70,1
Aciertos	11	30,6	23	29,9
Diente 21				
Fallo	22	61,1	36	46,8
Aciertos	14	38,9	41	53,2
Diente 22				
Fallo	19	52,8	36	46,8
Aciertos	17	47,2	41	53,2
Diente 23				
Fallo	33	91,7	69	89,6
Aciertos	3	8,3	8	10,4
Total	36	100	77	100

En cuanto a la luminosidad en el grupo sin experiencia sobre color dental el mayor porcentaje de fallos se registró en el diente 23 (91,7%) y el mayor porcentaje de

aciertos se registró en los dientes 22 (47,2%) y 12 (41,7%). Por su parte en el grupo con experiencia sobre color dental, el mayor porcentaje de fallos se registró igualmente en el diente 23 (89,6%) y el mayor porcentaje de aciertos se registró en los dientes 21 y 22 con un 53,2% por igual.

Tabla nº18. Descripción de aciertos y fallos en el HUE según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental tomando como patrón de comparación el método.

HUE	Sin experiencia en color dental		Con experiencia en color dental	
	n	%	n	%
Diente 13				
Fallo	31	86.1	61	79.2
Aciertos	5	13.9	16	20.8
Diente 12				
Fallo	26	72.2	54	70.1
Aciertos	10	27.8	23	29.9
Diente 11				
Fallo	31	86.1	61	79.2
Aciertos	5	13.9	16	20.8
Diente 21				
Fallo	28	77.8	52	67.5
Aciertos	8	22.2	25	32.5
Diente 22				
Fallo	27	75.0	57	74
Aciertos	9	25.0	20	26
Diente 23				
Fallo	33	91,7	71	92.2
Aciertos	3	8,3	6	7.8
Total	36	100	77	100

Cuando nos referimos a la presente tabla se puede determinar, basándonos en el HUE, el grupo sin experiencia sobre color dental el mayor porcentaje de fallos se registró en el diente 23 (91,7%) y el mayor porcentaje de aciertos se registró en la unidad dentaria 12 (27,8%). Asimismo, el grupo con experiencia sobre color dental, el mayor porcentaje de fallos se registró de la misma forma, en el diente

23 (89,6%), sin embargo, el mayor porcentaje de aciertos de este grupo fue en el diente 21.

Tabla nº19. Comparación del promedio de aciertos totales, en luminosidad, y HUE en función del nivel de experiencia sobre el registro del color dental.

Promedio de:	Sin experiencia de color		Con experiencia de color	
	Media	Sd	Media	Sd
Aciertos Totales	0.8	0.9	1.0	1.1
Aciertos luminosidad	1.9	1.2	2.2	1.3
Aciertos en HUE	1.1	1.0	1.4	1.3

A pesar de la evidente tendencia a un mayor promedio de aciertos totales, de luminosidad y en el HUE en el grupo con formación clínica en el color, no hay diferencias significativas entre ambos grupos.

Tabla nº 20. Descripción de aciertos y errores en el reconocimiento del color según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental con el uso del método 1 (Guía Vita Classic).

Método 1 (Vita Classic)	Con experiencia en color dental		Sin experiencia en color dental	
	n	%	n	%
Diente 13				
Aciertos	14	18,2	7	19,4
Errores	63	81,8	29	80,6
Diente 12				
Aciertos	6	7,8	4	11,1
Errores	71	92,2	32	88,9
Diente 11				
Aciertos	28	36,4	16	44,4
Errores	49	63,6	20	55,6
Diente 21				
Aciertos	28	36,4	6	16,7

Errores	49	63,46	30	83,3
Diente 22	n	%	n	%
Aciertos	13	16,9	5	13,9
Errores	64	83,1	31	86,1
Diente 23	n	%	n	%
Aciertos	10	13	5	13,9
Errores	67	87	31	86,1
Total	77	100	36	100

No hay diferencias significativas en la comparación por Chi Cuadrado, en función del nivel de experiencia en cuanto a la distribución de aciertos con los distintos métodos en los distintos dientes.

En el método 1, en el grupo con experiencia sobre color dental el mayor porcentaje de errores se registró en el diente 12 (92,2%) y el mayor porcentaje de aciertos se registró en los dientes 11 y 21 (36,4% por igual). Por su parte en el grupo sin experiencia sobre color dental, el mayor porcentaje de errores se registró igualmente en el diente 12 (88,9%) y el mayor porcentaje de aciertos se registró en el diente 11 con un 44,4%.

Tabla n° 21. Descripción de aciertos y errores en el reconocimiento del color según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental con el uso del método 2 (Toothguide 3D Master) en sus tres dimensiones.

Método 2 (Toothguide 3D Master)	Con experiencia en color dental		Sin experiencia en color dental	
	n	%	n	%
Diente 13	n	%	n	%
Aciertos	11	14,3	4	11,1
Errores	66	85,7	32	88,9
Diente 12	n	%	n	%
Aciertos	13	16,9	5	13,9
Errores	64	83,1	31	86,1
Diente 11	n	%	n	%
Aciertos	11	14,3	3	8,3
Errores	66	85,7	33	91,7
Diente 21	n	%	n	%

Aciertos	22	28,6	8	22,2
Errores	55	71,4	28	77,8
Diente 22	n	%	n	%
Aciertos	13	16,9	6	16,7
Errores	64	83,1	30	83,3
Diente 23	n	%	n	%
Aciertos	4	5,2	3	8,3
Errores	73	94,8	33	91,7
Total	77	100	36	100

En el método 2, en el grupo con experiencia sobre color dental el mayor porcentaje de errores se registró en el diente 23 (94,8%) y el mayor porcentaje de aciertos se registró en el diente 21 (28,6%). En el grupo sin experiencia sobre color dental, el mayor porcentaje de errores se registró igualmente en el diente 23 (91,7%) y el mayor porcentaje de aciertos se registró en el diente 21 con un 22,2%.

Tabla n° 22. Descripción de aciertos y errores en el reconocimiento del color según el nivel de experiencia sobre el registro del color dental con el uso del método 3 (EasyShade Advance) en sus tres dimensiones.

Método 3 (EasyShade)	Con experiencia en color dental		Sin experiencia en color dental	
Diente 13	n	%	n	%
Aciertos	0	0	0	0
Errores	77	100	36	100
Diente 12	n	%	n	%
Aciertos	3	3,9	3	8,3
Errores	74	96,1	33	91,7
Diente 11	n	%	n	%
Aciertos	5	6,5	1	2,8
Errores	72	93,5	35	97,2
Diente 21	n	%	n	%
Aciertos	2	2,6	0	0
Errores	75	97,4	36	100
Diente 22	n	%	n	%

Aciertos	3	3,9	2	5,6
Errores	74	96,1	34	94,4
Diente 23	n	%	n	%
Aciertos	1	1,3	1	2,8
Errores	76	98,7	35	97,2
Total	77	100	36	100

En el método 3, en el grupo con experiencia sobre color dental el mayor porcentaje de errores se registró en el diente 13 (100%) seguido del diente 23 (98,7%) y el mayor porcentaje de aciertos se registró el diente 11 (6,5%). Por su parte en el grupo sin experiencia sobre color dental, el mayor porcentaje de errores también se registró en el diente 13 (100%) seguido del diente 23 (97,2%) y el mayor porcentaje de aciertos se registró en el diente 12 con un 8,3%.

Tabla n° 23. Descripción de aciertos y errores en el reconocimiento del color en los dientes incluidos según los métodos estudiados (Vita Classic; Toothguide 3D Master y EasyShade Advance).

Método	Vita Classic		Toothguide3D master		EasyShade Advance	
	n	%	n	%	n	%
Diente 13	n	%	n	%	n	%
Aciertos	21	18,58	15	13,27	0	0
Errores	92	81,42	98	86,73	113	100
Diente 12	n	%	n	%	n	%
Aciertos	10	8,85	18	15,93	6	5,31
Errores	103	91,15	95	84,07	107	94,69
Diente 11	n	%	n	%	n	%
Aciertos	44	38,94	14	12,39	6	5,31
Errores	69	61,06	99	87,61	107	94,69
Diente 21	n	%	n	%	n	%
Aciertos	34	30,09	30	26,55	2	1,77
Errores	79	69,91	83	73,45	111	98,23
Diente 22	n	%	n	%	n	%
Aciertos	18	15,93	19	16,81	5	4,42
Errores	95	84,07	94	83,19	108	95,58
Diente 23	n	%	n	%	n	%
Aciertos	15	13,27	7	6,19	2	1,77
Errores	98	86,73	106	93,81	111	98,23
Total	113	100	113	100	113	100

En el diente 13 el mayor porcentaje de aciertos lo registra el método 1 (18,58%); en el diente 12 el mayor porcentaje de aciertos se determina en el método 2 (15,93%); sin embargo, en el diente 11 el mayor porcentaje de aciertos lo manifiesta el método 1 (38,94%); así como en el diente 21, el mayor porcentaje de aciertos lo registra igualmente el método 1 (30,09%); en el diente 22 el mayor porcentaje de aciertos lo registra el método 2 (16,81%) y finalmente en el diente 23 el mayor porcentaje de aciertos lo demuestra el método 1 (12,27%).

Finalmente, se comprobó que ni la edad, sexo o procedencia del observador influían significativamente en el número de aciertos, ni en el tiempo de exploración con cada método.

6.-DISCUSIÓN

Los dientes naturales, tienen características que hacen difícil la selección de su color, debido a que son policromáticos. Además, son varios los factores que influyen como, textura superficial, translucidez y color del entorno. El efecto de varias capas causado por varios grados de esmalte translúcido y dentina opaca, crean un cambio de color a lo largo de toda la superficie del diente ⁽⁸⁵⁾.

El Dr. Martínez Vázquez de Parga afirma que hay que tener en cuenta los tres ejes del diente en la toma de color ⁽⁸⁶⁾.

- Eje antero-posterior: debemos tener en cuenta que la percepción del color viene determinada por el grosor del diente, ya que con mayor espesor, tiene mayor opacidad e **intensidad** de color.

- Eje Vertical: el tercio cervical es el que tiene mayor **intensidad** y el tercio incisal es el más transparente.

- Eje Transversal: el diente tiende a tener una mayor difuminación del color, sobre todo en las áreas interproximales y el **valor** del mismo tiende hacia el negro ⁽⁸⁷⁾.

Estas diferencias entre los ejes del diente junto con factores como la estructura semitraslúcida, el pequeño tamaño de los dientes, la superficie irregular del diente natural, contribuyen a la complejidad de la toma de color tanto por el método objetivo como por el método subjetivo ⁽⁸⁸⁾.

No solo el color dental afecta a la estética, sino que la idea de que el color dental podría afectar nuestra percepción sobre otra persona y sus rasgos personales, podría añadir otra dimensión a la cuestión de la sonrisa perfecta. En un estudio publicado en British Dental Journal en el año 2008 por Kershaw y colaboradores ⁽⁸⁹⁾, se estudió la posible relación entre percepciones sociales y color dental. A las participantes (mujeres jóvenes) se les enseñaron varias fotos de sonrisas con dientes blanqueados, sin blanquear y con alteraciones del color. Los

resultados mostraron que a los pacientes con alteraciones en el color, se les asociaron pobres rangos en competencias sociales (amable, sincero,...), en capacidad intelectual, en ajustes psicológicos (introvertido, feliz,...), y en relaciones personales. De esta manera el color dental no solo serviría para valorar cuestiones estéticas, sino también implicaciones personales, es decir, prejuzgar la personalidad de otra persona. Los autores concluyen en la necesidad de estudios a largo plazo para concretar estos resultados ⁽⁸⁹⁾.

El presente trabajo de investigación presenta varias limitaciones, se intenta imitar un entorno oral natural a través de entorno, iluminación y dientes artificiales.

Uno de los principales objetivos en la selección de los dientes artificiales es la confección de un modelo que desafíe la artificialidad. Los dientes seleccionados en este estudio poseen una translucidez opalescencia y fluorescencia de acuerdo con los dientes naturales según afirma su fabricante (Vita Zahnfabrik, Germnay).

Además poseen bordes translucidos para asemejarlos más a las propiedades naturales, pero aún así la textura no homogénea y el cambio de color ya expuesto en los tres ejes del espacio no está presente. Por eso debemos de tener precaución para extrapolar nuestros resultados a situaciones "in vivo " ya que son múltiples las diferencias existentes.

Pero tampoco podemos renunciar a la aproximación que este tipo de diseños representa ya que son los más empleados para acercarnos a la realidad subyacente de la percepción cromática dental. Los dientes artificiales de resina presentan la ventaja de la estabilidad cromática con el paso del tiempo, mientras que los dientes naturales presentan el conocido proceso de resecación, con el consiguiente debilitamiento y cambio de color, lo que obliga para minimizarlo a un almacenamiento húmedo sin garantías de mantener el color en distintos momentos temporales. Lo cual conlleva a no poder controlar una de las variables más importantes en este estudio.

Los colores elegidos para los dientes artificiales según la nomenclatura de la Guía dental 3D Master, no fue corroborada mediante estudio espectrofotométrico. Es decir, se dio como válido el color que marcaba el fabricante. Muchos son los estudios que nos alertan de la falta de uniformidad a la hora de identificar el color dental tanto de tablillas como dientes artificiales encontrando diferencias significativas entre lotes^(90, 91, 92, 93, 94)

El medir cuantitativamente los dientes artificiales seleccionados para este estudio hubiera podido verificar si el color corresponde a lo señalado por el fabricante, además con el cálculo de las coordenadas de color se puede calcularla diferencia cromática de una forma objetiva mediante la fórmula ΔE^* . Esta fórmula es útil para calcular la diferencia cromática total entre dos colores, pudiendo envolver cada par dentro de las categorías del umbral perceptible/ aceptable clínicamente o inaceptable clínicamente⁽⁹⁵⁾.

De forma orientativa Gómez Polo C y colaboradores⁽⁹⁶⁾ realizaron un estudio donde relacionaban cada dimensión de color de la guía 3D Master con las coordenadas de color en el espacio CIELCh obtenidas de dientes naturales. Haciendo uso de las diferencias de color calculadas por la autora⁽⁹⁷⁾ podemos afirmar que existe entre todos los pares cromáticos posibles de los dientes seleccionados una diferencia de color superior a las $\Delta E^*2.6$ unidades, excepto para el par 3L1.5 y 3R1.5, donde la diferencia de color no superaba el límite de aceptabilidad clínica. Quizá esta diferencia de color no fue percibida por los participantes, ya que está por debajo del umbral establecido por Douglas et al⁽⁹⁵⁾.

De hecho nuestros resultados muestran como tan solo un único participante del grupo con experiencia y un único participante del grupo sin experiencia encontró similitud cromática entre los dientes 12 y 22. La mayoría de los participantes tanto del grupo con experiencia (32.5%) como del grupo sin experiencia (61.1%) no

encontraron igualdad de color entre ninguno de los colores de los dientes artificiales.

En este estudio se ha utilizado como unión entre los colores de la guía Vita Classic y los colores de la guía 3D Master una tabla de correspondencias orientativa. Esta tabla de correspondencias orientativa presenta muchas desventajas, ya que no está abalada por la comunidad científica, no se ha determinado la forma de cálculo, la casa comercial Vita Zahnbarik no se hace responsable de la validez de la misma, y las coordenadas de color no aparecen como base para su cálculo. Además no todas las tablillas 3D Master están incluidas en ella, ya que solo 16 de las 26 tablillas "parecen" que tienen correspondencia con los colores de la guía Vita Classic. De ahí que dos de los colores empleados en el estudio 3R1.5 y 2M3 no aparecen con identificación directa en la guía Vita Classic.

De esta forma para dar como acierto la toma de color tanto objetiva como subjetiva según la nomenclatura de la Guía Vita Classic, se ha empleado esta tabla de correspondencia como referencia.

El color 3M3 (diente 13) corresponde según la tabla con el color B4. Empleando el método subjetivo Vita Classic, un 27.8 % del grupo sin experiencia seleccionó el color B4 como el más similar, mientras que los participantes con experiencia el 39.0%. 45 sujetos del grupo con experiencia (58.4%) en la toma de color objetiva, coincidió con el color B4. Por el contrario para el diente 22 (3L1.5) cuya correspondencia es el color C2 no hay porcentaje de coincidencias para el método subjetivo según la guía 3D Master ni para el método objetivo. Tan solo el 5.6% del grupo sin experiencia y el 5.2% del grupo con experiencia a través del método subjetivo según la guía Vita Classic encontró acierto con el C2.

Recordamos que la muestra se divide en dos grupos sin experiencia, donde la media de edad es superior a la media de edad del grupo con experiencia. Este

fenómeno se debe a que los participantes no relacionados con el campo de la Odontología poseían mayor edad e incluyen dentro del grupo sin experiencia clínica. Es conveniente señalar que aunque estos sujetos no tengan experiencia clínica en el mundo dental si tiene más experiencia clínica en el mundo cromático natural por el mero hecho de tener más edad y más experiencia vital. La determinación del color visual por comparación de los dientes con colores estándar dentarios en guías de color, es el método común más aplicado en Odontología ⁽⁹⁴⁾.

Es un proceso subjetivo donde el diente y la guía de color son observados simultáneamente bajo las mismas condiciones de luz. Variables generales con las condiciones de luz externas, experiencia, edad, fatiga ocular, fatiga psicológica son variables que podrían conducir a errores inconscientes ⁽⁹⁸⁾ Además la evaluación visual de los colores es limitada ⁽⁹⁹⁾.

La experiencia, como hemos visto anteriormente, es un factor a tener en cuenta en la toma de color subjetiva, a mayor experiencia, mayor fiabilidad de resultados, cabría esperar. Aun así, se investigó que observadores con experiencia clínica tuvieron un acierto del 55-64%, frente a espectrofotómetros con un 83% de aciertos ^(100,101).

La toma de color subjetiva mediante guías dentales suelen constar de tablillas de color que se comparan sucesivamente con el diente, en condiciones de iluminación idénticas, hasta encontrar aquella que presenta una mayor similitud cromática. La utilización de guías para medir el color en Odontología es un procedimiento subjetivo y son muchas las variables que influyen en el resultado: la iluminación, la experiencia profesional, la edad, los colores del entorno, el ángulo de visión del diente y la tablilla, la ropa y maquillaje del paciente y desde luego, la capacidad perceptiva cromática del individuo ^(102,103).

La selección del color de un diente, al pertenecer al rango de las experiencias subjetivas, tiene por parte del cerebro una interpretación única del color. El subjetivismo debido a las diferencias en el concepto de estética, a las funciones de respuesta visual del individuo o a experiencias pasadas^(104, 105).

Sin embargo, para otros autores no está claro que sistema de guía de color es el más representativo del amplio espectro del color de la dentición humana⁽¹⁰⁶⁾.

Por ejemplo, el uso de la guía 3D Master, en el trabajo de Klementi E. y colaboradores en el año 2006, era un obstáculo para lograr resultados estéticos, sobretodo en observadores nobeles, ya que obtuvieron peores resultados que profesionales con experiencia⁽¹⁰⁰⁾. Nuestros resultados abalan esta afirmación ya que la guía de color Toothguide 3D Master, a pesar de poseer una gama cromática más amplia y completa no ofrece los resultados esperados y así, la guía Vita Classic se percibe como más cómoda e intuitiva. Este hecho puede ser debido a que es la guía de color de referencia, el Gold standard de las Guías dentales y tanto los colores de los composites, hasta el temario docente se centran en ella y es la que más se estudia. Mientras que la guía Toothguide 3D Master, no ha ocupado un espacio relevante en el área de la Odontología a pesar de mejorar a su predecesora.

No solo el género se ha estudiado para saber si influye en la toma de color, sino también la edad, y la experiencia clínica. Varios estudios afirmaron que ninguna de estas variables influye en la toma de color dental^(107, 108,109).

Por el contrario, Haddad HJ. en el año 2009 y Capa N. en el año 2010 encontraron diferencias en la toma de color dental según el grado de experiencia del clínico^(110, 111).

Para relacionar los resultados entre el método visual subjetivo y el método objetivo instrumental se han realizado múltiples investigaciones. Los resultados de las investigaciones de las relaciones entre el color percibido por el ojo humano y el color registrado por el espectrofotómetro no han sido concluyentes⁽¹¹²⁾.

Algunos estudios han sugerido que existe correlación entre el ojo humano y el espectrofotómetro ^(113, 94, 114), otros autores no han encontrado relación ^(115, 116, 117, 100, 118). Mientras, otros autores demostraron que se producía poca correlación positiva a la hora de determinar el color dentario entre los observadores humanos y los aparatos electrónicos ^(119,120).

Yap⁽¹⁰²⁾ en el año 1999 realizó un estudio in vitro y concluyó que había una diferencia significativa entre la toma de color visual y las mediciones computarizadas a favor del colorímetro. Estas diferencias podrían ser clínicamente significativas en la toma de color si ΔE^* fuese superior a 3 unidades ⁽¹⁰²⁾. Es necesario tener en cuenta que la mayoría de los dispositivos electrónicos son más fiables en estudios in vitro que in vivo ⁽¹²¹⁾

En el año 2009, Judeh A ⁽¹²²⁾ y colaboradores, compararon la toma de color dental convencional con la toma de color mediante espectrofotometría (Easysshade) entre varios profesionales de la Odontología, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos de medición. El método digital fue cinco veces más preciso en la toma de color comparado con la toma de color visual. Los autores concluyen que la medición digital no resuelve todos los problemas generados en la determinación del color dental. Estos sistemas digitales necesitan más refinamiento, como software adaptados que ayudarían más a los clínicos en su difícil tarea de seleccionar el color correcto ⁽¹²²⁾ .

Nuestros resultados también subrayan la fiabilidad y consistencia de resultados obtenidos con el espectrofotómetro tanto en el grupo de experiencia clínica como en el grupo sin experiencia clínica. Una de las desventajas de los espectrofotómetros, es que son instrumentos diseñados para medir superficies lisas, y los dientes no son totalmente lisos y pueden tener en su superficie irregularidades. Una pequeña apertura en el colorímetro es propensa a significativos efectos de pérdida de límite en la determinación del color que conllevará errores ^(94,123). Por eso, siempre que sea posible, es recomendable el

uso de posicionadores. Otro de los factores que impiden una exacta medida del color dental, es la superficie convexa de los dientes, lo que complica la correcta colocación de la punta lectora del espectrofotómetro (cuidado con los límites), lo que a su vez resulta esencial para poder obtener mediciones fiables. Sabemos que la punta lectora de los espectrofotómetros está diseñada para medir superficies lisas.

El estudio realizado por Horn DJ. y colaboradores en 1998 ⁽¹²⁴⁾ concluía que la espectrofotometría es un método más predecible y fiable en la evaluación del color de los dientes humanos in vitro que el ojo humano. El espectrofotómetro alcanzaba una reproductibilidad del 80%, mientras que los observadores se limitaban al 65% ⁽¹²⁴⁾.

A similares resultados llegaba el estudio realizado por Paul S. y colaboradores en el año 2002 que concluía que la medición con espectrofotómetro es más precisa y reproducible que la del ojo humano (los observadores coincidieron en un 26.6% y el espectrofotómetro en un 83.3%) ⁽⁹²⁾ .

El análisis espectrofotométrico parece ser más reproducible, incluso entre varios operadores, que la determinación visual ^(92,119) . Además, la toma de color visual subjetiva tiene tendencia a seleccionar colores más oscuros que la determinación a través del espectrofotómetro ^(92, 119) . Nuestros resultados no pueden corroborar semejante afirmación ya que no se cuantifica la luminosidad en cada uno de los registros cromáticos obtenidos, porque el espectrofotómetro Easyshade Advance ha ofrecido los resultados según la nomenclatura Vita Classic. El valor o luminosidad ha sido considerada la dimensión del color más altamente reconocible en la toma de color visual ⁽¹²⁵⁾ .

El enfoque de que las mujeres toman el color dental mejor que los hombres, es una conclusión a la que llegan varios autores^(110, 126). En el año 2008 se evaluó la capacidad para seleccionar el color dental en 150 hombres y 150 mujeres sin alteraciones en la percepción del color, y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos⁽¹²⁷⁾. Similares resultados respaldan también dicha conclusión^(88, 107, 108, 109, 128, 129). En nuestro estudio la toma de color siempre fue realizada por una mujer.

En contraposición, y referente al género del operador, Esthell J. y colaboradores en el año 2006 resaltan en sus conclusiones que las mujeres tienen mayor capacidad para captar los elementos del color⁽¹³⁰⁾. Por otra parte, Donahue JL. y colaboradores en 1991 citan que las mujeres están más de acuerdo con las mediciones del espectrofotómetro que los hombres, pero que la diferencia es menos significativa⁽¹³¹⁾. No solo el género se ha estudiado para saber si influye en la toma de color, sino también la edad, y la experiencia clínica. Varios estudios afirmaron que ninguna de estas variables influye en la toma de color dental^(107, 108, 128).

Por el contrario, Haddad HJ en el año 2009 y Capa N en el año 2010 encontraron diferencias en la toma de color dental según el grado de experiencia del clínico^(110, 111). Al analizar qué factores individuales podrían influir en la toma de color dental, Capa N. y colaboradores realizaron un estudio en el año 2010, cuyos resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas con respecto al sexo, color de ojos o el uso de anteojos o lentes de contacto entre los diferentes operadores⁽¹¹¹⁾.

De nuestros resultados, se deduce que no parecen existir factores sociodemográficos de trasfondo (edad, sexo, procedencia) que significativamente modulen la percepción del color. De este análisis podemos deducir que la evaluación del color dental por el método subjetivo es poco fiable, mientras que la espectrofotometría parece ser un método de evaluación más exacto⁽¹²⁴⁾.

7.-CONCLUSIONES

1. Hay una gran variabilidad y escasa concordancia intra-observador en la toma de color tanto en observadores, con o sin formación cromática, siendo el método Vita Classic es menos consistente y el Espectrofotómetro el más congruente.
2. Además del color del diente vecino, la simetría de posición parece afectar a la determinación, percibiendo igualdad de color en dientes simétricos, sobre todo los incisivos centrales.
3. No parecen existir factores sociodemográficos de trasfondo (edad, sexo, procedencia) que significativamente modulen la percepción del color.

REFERENCIAS.

1. Kowaliski P. **Visión et mesure de la couleur.** París; New York: Masson, 1978; 15-18.
2. Camacho M. **Elaboración de pigmentos inorgánicos de aplicación comercial mediante residuos sólidos industriales.** [Documento en línea] 2006 [citado 2015 Abr 15]; p. 4-6. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lpro/camacho_m_ma/capitulo3.pdf
3. Insignares S. y Buelvas E. **Operatoria y Materiales Dentales.** [Documento en línea] s.f. [citado 2015 Abr 17]; p. 1. Disponible en: http://odontologiavirtual.unicartagena.edu.co/FACULTAD_DE_ODONTOLOGIA/Operatoria_Dental_unidad_4.html
4. Sanz J. **El libro del color.** Alianza Editorial, 1993; 10-11
5. Calvo I. **Sinestesia Cromática.** [Documento en línea] s.f. [citado 2015 Abr 17]; 1-3. Disponible en: http://www.proyectacolor.cl/significados-del-color/sinestesia-cromatica/#identifiar_0_95g
6. Molina M. **El Color.** [Documento en línea] Rev. Temas Educ. 2010; 11 (Supl 1): 1-8.
7. Universidad de la Rioja. **Atlas de colores.** s.f.: 1-18.
8. Rodríguez M. **Estudio experimental de la translucidez y estabilidad del color de dos tipos de cerámica Empress 2 con coronas realizadas por el sistema CEREC.** [Documento en línea] s.f. [citado 2015 Abr 17] http://eprints.ucm.es/20258/1/M%C2%AA_Angeles_Rodr%C3%ADguez.pdf
9. Calvo I. **Propiedades de los Color.** [Documento en línea] s.f. [citado 2015 Abr 17]; p. 1. Disponible en: <http://www.proyectacolor.cl/teoria-de-los-colores/propiedades-de-los-colores/>
10. Gonçalves W., Falcón R., Piza E., Freitas A. y Oliveira E. **Factores que influncian la selección del color en prótesis fija: Revisión de literatura.** Acta Odontol Venez 2009; 47(Supl 4): 136-142.

11. Sidney K. y Bruguera A. **Invisible: Restauraciones estéticas cerámicas.** Brasil: Artes Médicas. 2008: 72-73.
12. Lorengar P. **Unidad Temática: El Color.** [Documento en línea] s.f. [citado 2015 Abr 17] Disponible en: http://issuu.com/ungatoenlared/docs/unidad_tem_tica_el_color
13. Tung F., Goldstein G., Jang S. y Hittelman E. **The repeatability of an intraoral dental colorimeter.** J Prosthet Dent 2002; 88(Supple 1): 585-90.
14. Alsaleh S., Labban M., Alhariri M. y Tashkandi E. **Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means.** J Dent 2012; 40 (Suppl 1): 82-7.
15. Amengual J., Llena M. y Forner L. **Reproducibilidad en la medición del color in vitro e in vivo mediante colorímetros específicos para uso dental.** RCOE 2005; 10: 263-267.
16. Zelanski P. y Fisher M. **Elementos básicos del color.** Madrid: H. Blume, 2001; 13-21.
17. Ortíz F. **Procesamiento morfológico de imágenes en color. Aplicación a la reconstrucción geodésica.** [Documento en línea] 2002 [citado 2015 Abr 22] Disponible en: http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10053/2/Ortiz%20Zamora,%20Francisco%20Gabriel_1.pdf
18. Parallada A. **El color de los dientes, ¿de qué depende?** [Artículo en línea] s.f. [citado 2015 Abr 22]; p. 1. Disponible en: <http://www.mapfre.es/salud/es/cinformativo/color-dientes.shtml>
19. Ovalles, I. **Comparación del registro de color dental medido a través de espectro fotometría y programa de análisis de fotografía digital.** [Documento en línea] 2012 [citado 2015 Abr 24] Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111695>
20. Macchi R... **Materiales Dentales.** Editorial Panamericana. 4ta edición. 2007: 16.

21. Rosentiel S. y Johnston W. **The effects of manipulative variables on the color of ceramic metal restorations.** J ProsthetDent 1988; 60(Suppl 3): 297-303.
22. Wall J. y Cipra D. **Esthetics in fixed and removable prosthodontics shade selection in metal-ceramics.** J Tenn Dent Assoc 1992; 72(Supple 3): 10-2.
23. Dib L. y Saddy M. **Atualização clinica em Odontologia. Estética-Prótese,** In: Miyashita E, Mesquita AMM, Vasconcelos DK. Seleção de Cor. São Paulo: Artes Médicas, 2006.
24. Sekito J. et al. **Seleção de coresna clínica odontológica: uma busca constante por melhores resultados.** In: Miyashita E, Fonseca A. Odontología estética – o estado da arte. São Paulo: Editora Artes Médicas 2004.
25. Winter R. **Visualizing the natural dentition.** J Esthet Dent 1993; 5(Suppl 3): 102-17.
26. Preston J. **Current status of shade selection and color matching.** Quintessence Int 1985; 16(Suppl 1): 47-58.
27. Douglas R. y Brewer J. **Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns.** J Prosthet Dent 1998; 79(Suppl 3): 254-60.
28. Sproull R. y Preston J. **Entendendoa cor.** In: Goldstein, R. Estética Emodontolica. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2000.
29. Dancy K., Yaman P., Dennison J., O'Brien W. y Razzoog M. **Color measurements as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns.** J Esther Restor Dent 2003; 15(Suppl 2): 114-122.
30. Culpepper W. **A Comparative study of shade-matching procedures.** J Prosthet Dent 1970; 24(Suppl 2): 166-173.
31. Wyszecki G. y Fielder G. **Color-difference matches.** J Opt Soc Am 1971; 61(Suppl 11):1501-13.
32. O'Brien W, Boenke K. y Groh C. **Coverage errors of two shade guides.** Int J Prosthodont 1991; 4(Suppl 1): 45-50.

33. Sorensen J. y Torres T. **Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part I: A systematic method for shade determination.** J Prosthet Dent 1987; 58(Suppl 2): 133-9.
34. Baltzer A. y Kaufmann V. **La determinación del color del diente.** Quintessence ManTech 2004; 30(Suppl 7):726-40.
35. Schwabacher W. y Goodkin R. **Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides.** J Prosthet Dent 1990; 64(Suppl 4): 425-31.
36. Small B. **Laboratory communication for esthetic success.** Gen Dent 1998; 46(Suppl 6):566-8, 572-4.
37. Kessler, J. **Dentist and laboratory: Communication for success.** J Am Dent Assoc 1987; Spec No: 97E-102E.
38. Touati B., Miara P. y Nathason D. **Esthetic dentistry and ceramic restorations.** London: Martin Dunitz, 1999.
39. Prieto M., Cadorin M., Celemín A., y Martínez J. **Estado actual del método de la toma de color en prótesis dental.** [Documento en línea] 2011 [citado 2015 Abr 24] Disponible en: <http://www.gacetadental.com/2011/09/estado-actual-del-mtodo-de-la-toma-de-color-en-prtesis-dental-25480/>
40. Dagg H., O Connell B., Claffey N., Byrne D. y Gorman C. **The influence of some different factors on the accuracy of shade selection.** J Oral Rehabil 2004; 31 (Suppl 1):900-4.
41. Yuan J., Brewer J., Monaco E., Davis E. **Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system.** J Prosthet Dent 2007; 98(Suppl 1): 110-9.
42. Joiner A. **Tooth colour: a review of the literature.** J Dent 2004; 32 (Suppl 1): 3-12.
43. Jané L. **Estudio de cuatro sistemas de blanqueamiento dental, en clínica y ambulatorio.** [Artículo en línea] s.f. [citado 2015 Abr 27] Disponible en: <http://www.clinicaeco.com/blog/wp-content/uploads/2008/05/el-blanqueamiento-dental-estado-de-la-cuestion.pdf>

44. Núñez P. y Del Río J. **Estudio comparativo entre sistemas de medición del color en odontología (espectrofotometría).** Gac. Dent: Indust Profes 2007; 179 (Suppl 1):164-75.
45. Lee Y., Yu B. y Lim H. **Vitapan 3D-master shade guide showed no fluorescence emission.** Indian J Dent Res 2012; 23 (Suppl 1):742-6.
46. Rey K. y De Rijk W. **Variations of L*, a*, b*, values among Vitapan Classical Shade Guides.** J Prosthodont 2007; 16 (Suppl 1): 352-356.
47. CIE Publication 142-2001. **Technical Report: Improvement to industrial colour-difference evaluation.** IE Central Bureau, Vienna, 2001.
48. CIE Publication 15:2004. **Colorimetry.** 3rd Edition. CIE Central Bureau, Vienna, 2001.
49. Melgosa M., Pérez M., Yebra A., Huertas R. y Hita. E, **Some reflections and recent international recommendations on color-difference evaluation.** Ópt. Pura y Aplic 2001; 34(Suppl 1): 1-10.
50. CIE Publication 116. **Technical Report: Industrial colour-difference evaluation.** CIE Central Bureau, Vienna, 1995.
51. Melgosa M., Huertas R., Rivas M, García P., González A., Vik M. y Cui G. **Significación estadística de las correcciones introducidas en las fórmulas de diferencia de color CIE94 y CIEDE2000.** Actas VIII Cong. Nac. del Color, Madrid, 2007: 27-28.
52. Kuehni R. **Color difference formulas: An unsatisfactory state of affairs.** Color Research and Application, 2008; 333 (Suppl 1):324-326
53. Paul S., Peter A., Pietrobon N. y Hämmerle C. **Visual and Spectrophotometric Shade Analysis of Human Teeth.** J Dent Res. 2002; 81(Suppl 1): 578-82.
54. Van der Burgt T, Ten J, Borsboom P. y Kortsmid W. **A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color.** J Prosthet Dent 1990; 63(Suppl 1): 155-62.

55. Witkowski S., Yajima N., Wolkewitz M. y Strub J. **Reliability of shade selection using an intraoral spectrophotometer.** Clin Oral Investig 2013; 17(Suppl 1): 1027-8.
56. Soldevilla M. **Evaluación de la concordancia de tres métodos de registro de color dental: guía dentaria, luz polarizada y espectrofotometría.** [Documento en línea] 2014 [citado 2015 Mayo 15] Disponible en: <http://eprints.ucm.es/28438/>
57. Martínez A. **Estudio clínico experimental sobre dientes artificiales composite nanohíbrido.** [Documento en línea] 2011 [citado 2015 Sep 30] Disponible en: http://eprints.ucm.es/20230/1/DEA_DEFINITIVO-FINAL.pdf
58. Soldevilla M. **Evaluación de la concordancia de tres métodos de registro de color dental: guía dentaria, luz polarizada y espectrofotometría.** [Documento en línea] 2014 [citado 2015 Sep 30] Disponible en: <http://eprints.ucm.es/28438/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20concordancia%20de%20tres%20m%C3%A9todos%20de%20registro%20de.pdf>
59. Hassel A., Grossmann A., Schmitter M., Balke Z. y Buzello A. **Interexaminer. Reliability in Clinical Measurement of L*C*h* Values of Anterior Teeth Using a Spectrophotometer.** Int J Prosthodont 2007; 20(Suppl 1):79-84.
60. Goodkin R., Keenan K., Schwabacher W., **A Comparison of Chromascan and spectrophotometric color measurements of 100 natural teeth.** J Prosthet Dent 1985; 53(Suppl 1):105-109.
61. Paul S., Peter A., Rodoni L., y Pietrobon N. **Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: A clinical comparison.** Int J Periodontics Restorative Dent 2004; 24 (Suppl 1):222-231.
62. Chu S., Trushkowsky R. y Paravina R, **Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects.** J Dent 2010; 38 (Suppl 2): 2-16.

63. Hassel A., Cevirgen E., Balke Z. y Rammelsberg P. **Intraexaminer reliability of measurement of tooth color by spectrophotometry.** Quintessence Int 2009; 40(Suppl 5): 421-6.
64. Dozic A., Voic N., Zwartser R., Khashayar G. y Aartman I. **Color coverage of a newly developed system for color determination and reproduction in dentistry,** J Dent 2010; 38(Suppl 2): 50-6.
65. Ming L. **Colorimetry.** En: Rade D. Paravina, John M Powers, Esthetic Color Training in Dentistry: Elsevier Mosby; 2004; 17-37.
66. Mireles S., Demarco F., Dos Santos I., Dumith S. y Bona A. **Validation and Reliability of Visual Assessment with a Shade Guide for Tooth-Color Classification.** Oper Dent 2008; 33(Suppl 2):121-6.
67. Fernández E. **Instrumentación para el registro del color en Odontología.** Rev Dent Chile 2013; 104(Suppl 3) 3-7.
68. Hernández Z. **Estudio clínico del color dental en la población española según sexo y edad.** [Artículo en línea] 2011 [citado 2015 Sep 30] Disponible en: <http://www.gacetadental.com/2011/09/estudio-clnico-del-color-dental-en-la-poblacin-espaoala-segn-sexo-y-edad-25797/>
69. Henríquez M. **Influencia del entrenamiento visual en la capacidad de discriminación de color en estudiantes de odontología.** [Documento en línea] 2010 [citado 2015 Sep 30] Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/133818>
70. Arias R., González I., Estay J., Bersezio C., Jara A. y Angel P. **Entrenamiento de la capacidad de discriminación visual en odontología.** Rev Fac Odontol Univ Antioq 2015; 26(Suppl 2): 358-367.
71. Salas C. **Evaluación visual con muestrario de color VITA Classic del clareamiento dental realizado con peróxido de hidrógeno al 6% con nanopartículas de dióxido de titanio nitrogenado activado por luz led/laser.** [Documento en línea]. 2015 [citado 2015 Oct 8] Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131957>

72. Mafla A., Romo J., Ortíz S. y Ojeda L. **Color dental en diferentes grupos etarios de Pasto, Colombia.** Rev CES Odont 2015; 28(Suppl 1): 28-39.
73. Vildosola P., Martín J., Fernández E., Ángel P. Ovalle I., Batista O., De Andrade M. y Moncada G. **Correlación entre diferentes métodos de evaluación de color en el clareamiento dental.** [Documento en línea]. 2015 [citado 2015 Oct 8] Disponible en: http://www.researchgate.net/publication/275640572_Correlacin_entre_diferentes_mtodos_de_evaluacin_de_color_en_el_clareamiento_dental
74. Piñeiro J., Martínez M., Pozo J., Iglesias C., Cuesta L., Taboada J., Gajino P. y Tresaco E. **Desarrollo de una aplicación para la comparación rápida de pigmentos a partir de sus coordenadas colorimétricas.** DYNA 2014; 81 (Supple 184): 49-54.
75. Valor M. **Estudio clínico sobre la influencia de la luz ambiental en la toma del color dental.** [Documento en línea]. 2014 [citado 2015 Oct 1] Disponible en: <http://eprints.ucm.es/28456/1/T35751.pdf>
76. Martínez S. **Estudio sobre la fiabilidad de Medición del espectrofotómetro dental VITA Easyshade Compact (Vita – Zahnfabrik).** [Documento en línea]. 2012 [citado 2015 Oct 1] Disponible en: http://eprints.ucm.es/17446/1/DEA_septiembre.pdf
77. Díaz P. **Estudio comparativo entre sistemas de medición del color en Odontología (espectrofotometría).** [Documento en línea]. 2011 [citado 2015 Oct 1] Disponible en: <http://www.gacetadental.com/2011/09/estudio-comparativo-entre-sistemas-de-medicin-del-color-en-odontologa-espectrofotometra-25436/>
78. Valor P., Rubio R. y Martínez J. **Revisión bibliográfica de las alteraciones en la percepción del color según el sexo del perceptor.** Rev Int Prót Est 2007; 9(Suppl 2):145-154.
79. **Guía Vita 3DMaster. Un nuevo concepto en la toma de color,** Quintessence técnica 1998; 6(Suppl 9):316-319.

80. Gómez C. **Estudio clínico sobre el color dental en la población de Castilla y León.** [Artículo en línea] 2012 [citado 2015 Abr 22]; p. 1. Disponible en: http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/115533/1/DC_GomezPoloC_EstudioClinicosobreelcolordental.pdf
81. **Guía Vita 3D Master Internet. Consejos acerca de la toma de color Vita.** [Artículo en línea] 2012 [citado 2015 Abr 22]; p. 1 Disponible en: <http://www.vita-zahnfabrik.com>.
82. Cavanagh P. **The Ishihara test and defects of colour vision.** Br J Physiol 1956; 13(Suppl 1):25-38.
83. Landis J., Koch G. **The measurement of observer agreement for categorical data.** Biometrics 1977; 33(1):159-174.
84. **Compendio VITA.** [Documento en línea]. [citado 2015 Oct 1] Disponible en: <http://www.avader.com/CATALOGOS%20LABORATORIO/CATALOGOVITA.pdf>
85. Kim-Pusateri S. Brewer JD. **Reliability and accuracy of four dental shade matching.** J Prosthet Dent 2009; 101:193-199.
86. Martínez J., Highsmith J., Vela R. **Principios Básicos del color.** Rev. Eur. Odontoestomatol 1994; 6(Suppl 3):151-154.
87. Martínez J., Nieto S., Romeo M, Cañada L. **Factores que determinan la percepción del color en Odontología.** Rev. Int. Prót Estom 2004; 3(Vol 6):218-2.
88. Barrett A., Grimaudo N., Anusavice K. **Influence of a tab and disk design on shade matching of dental porcelain.** J Prosthet Dent 2002; 88:591-597.
89. Kershaw S., Newton J., Williams D., Montero J., Gomez Polo. **The influence of tooth colour on the perceptions of personal characteristics among female dental patients: comparisons of unmodified, decayed and 'whitened' teeth.** Br Dent J 2008; 204(Vol 5): 257-7.
90. Bargui N. **Effects of bath variation on shade of dental porcelain.** J Prosthet Dent 1985; 54:625-627.

91. Cal E., Güneri P., Kose T. **Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides.** J Oral Rehabil 2006; 33: 221-228.
92. Paul S., Peter A., Pietrobon N., Hämmerle C. **Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth.** J Dental Research 2002; 8(Vol 81):578-582.
93. Preston J. **Current status of shade selection and color matching.** Quintessence Int 1985; 16(Vol 1): 47-58.
94. Van der Burgt T., Ten Bosch J., Borsboom P., Kortsmit W. **A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color.** J Prosthet Dent 1990; 63:155-62.
95. Douglas R., Steinhauer T., Wee A. **Intraoral determination of the tolerance of dentist for perceptibility and acceptability of the shade mismatch.** J Prosthet Dent 2007; 97:200-8.
96. Gómez-Polo C., Gómez-Polo M., Celemín Viñuela A, Martínez J. **A clinical study relating CIELCH coordinates to the color dimensions of the 3D-Master System in a Spanish population.** J Prosthet Dent 2015; 113:185-90.
97. Gómez-Polo C., Gómez-Polo M., Martínez J, Celemín-Viñuela A. **3D Master Toothguide according to L*, C*, and h* coordinates.** Color Res App 2015; 5(40):518–524.
98. Watts A., Addy M. **Tooth discolouration and staining: a review of the literature.** Brit Dent J 2001; 190:309–316.
99. Seghi R., Hewlett E., Kim J. **Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain.** J Dent Res 1989; 68(12):1760-4.
100. Klemetti E., Matela A., Haag P., Kononen M. **Shade selection performed by novice dental professionals and colorimeter.** J Oral Rehabil 2006; 33:31-5.
101. Okubo S., Kanawati A., Richards M., Childress S. **Evaluation of visual and instrument shade matching.** J Prosthet Dent 1998; 80: 642-8.
102. Yap A., Sim C., Loh W., Teo J. **Human eye versus computerized color matching.** Oper Dent 1999; 24: 358-63.

103. Ragain J., Johnston W. **Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers.** Color Res Appl 2000; 25:278-85.
104. Hunter R., Harold RW. **The measurement of appearance.** Wiley1987; 3-68.
105. Rhoads J., Rudd K., Morrow R. **Procedimientos en el laboratorio dental.** Edit Salvat 1998.
106. Bayindir F., Kuo S., Johnston W. **Coverage error of the tree conceptually different shade guide systems to vital unrestored dentition.** J Prosthet Dent 2007; 98(Suppl 3):175-85.
107. Paravina RD. **Evaluación del un nuevo aparato desarrollado para la determinación del color.** Rev. Int. Prót Estom 2003; 5(2): 137-144.
108. Curd F., Jasinevicius T., Graves A., Cox V., Sadan A. **Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources.** J Prosthet Dent 2006; 96 (Suppl 6): 391-6.
109. Anusavice K. **Reducing the failure potential of ceramic-based restorations. Part 1: Metal-ceramic crowns and bridges.** Gen Dent 1996; 44(Suppl 6):492-4.
110. Haddad H., Jakstat H., G Arnetzl I., Borbely J., Vichi A., Dumfahrt H., Renault P., and cols. **Does gender and experience influences shade matching quality?** J Dent 2009; 37(Suppl1):40-4.
111. Capa N., Malkondu O., Kazazoglu E., Calikkocaoglu S. **Evaluating factors that affect the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople.** J Am Dent Assoc 2010; 41(1):71-6.
112. Tung F., Goldstein G., Jang S., Hittelmann E. **The repeatability of an intraoral dental colorimeter.** J Prosthet Dent 2002; 88:585-590.
113. Seghi R., Hewlett E., Kim J. **Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain.** J Dent Res 1989; 68(12):1760-4.
114. Johnston W., Kao E. **Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry.** J Dent Res 1989; 68: 819–822.

115. Okubo S., Kanawati A., Richards M., Childress S. **Evaluation of visual and instrument shade matching.** J Prosthet Dent 1998; 80:642-8.
116. Goldstein G., Schmitt G. **Repeatability of a specially designed intraoral colorimeter.** J Prosthet Dent 1993; 6:16-9.
117. O'Brien W. **Double layer effect and other optical phenomena related to esthetic.** Dent Clin North Am 1985; 29:667-673.
118. Guan Y. **The measurements of tooth whiteness by imagen and spectrophotometry: a comparison.** J Oral Rehab 2005; 4(32):7-15.
119. Derdilopoulou F., Zantner C., Neumann K. **Evaluation of visual and spectrophotometric shade analyses: A clinical comparison of 3758 teeth.** Int J Prosthodont 2007; 20:414-416.
120. Hugo B., Witzel T., klaiber B. **Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination.** Clin Oral Investig 2005; 9: 244-250.
121. Dozić A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. **Performance of five commercially available tooth color-measuring devices.** J Prosthodont 2007; 16:93-100.
122. Judeh A., Al-Wahadni A. **A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection.** Quintessence Int 2009; 40(9):69-79.
123. Bolt R., Bosch J., Coops J. **Influence of window size in small-window colour measurements particularly of teeth.** Phys Med Biol 1994; 39:1133-1142.
124. Horn D., Bulan-Brady J., Hicks M. **Sphere spectrophotometer versus human eye of tooth shade.** J Endod. 1998; 24(12): 786-90.
125. Shillinburg H., Hobo S., Whitsett L. **Fundamentals of fixed prosthodontics.** Quintessence 1997; 3 ed.;437.
126. Culpepper WD. **A comparative study of shade-matching procedures.** J Prosthet Dent 1970; 24:166-173.

127. Rodriguez M., Sharpe L., Harlow J., **Barbur J. Sex-related differences in chromatic sensitivity.** Vis. Neurosci. 2008; 25:433-40.
128. Anusavice KJ. **Reducing the failure potential of ceramic-based restorations. Part 1: Metal-ceramic crowns and bridges.** Gen Dent 1996; 44(6):492-4.
129. Winkler S, Boberick KG, Weitz KS, Datikashvili I, Wood R. Shade matching by dental students. J Oral Implantol 2006;32(5):256-8.
130. Ethell J., Jarad F., Youngson C. **The effect of colour defective vision on shade matching accuracy.** Europ. J. Prosth Rest. Dent 2006; 14(3):131-136.
131. Donahue J. **Shade color discrimination by men and woman.** J Prosth Dent 1991 (65) 5: 699-703.

ANEXOS.

I. Consentimiento Informado.



Factores moduladores de la percepción del color dental con métodos objetivos y subjetivos

Declaración de consentimiento informado

Se pretende realizar un experimento que evalúe la concordancia entre varios métodos de toma de color dental (dos guías visuales y un espectrofotómetro). Para ello tendrán que evaluar 6 dientes estratégicos montados en un tipodonto, para verificar qué color considera el apropiado en cada diente. Los datos serán tratados de forma agregada para que en todo momento se respete el anonimato del participante.

He sido informado de que mi participación en este experimento es voluntaria. He sido informado de que mi participación no implica riesgo para la salud o molestia alguna. He sido informado de que el investigador adquiere el compromiso de responder a cualquier pregunta que se le haga sobre los procedimientos, diseños o hipótesis una vez concluida la investigación. Asimismo, he sido informado de que soy libre de retirarme del experimento en cualquier momento, sin penalización de ningún tipo.

Doy mi consentimiento informado para participar en este estudio sobre cómo las personas **perciben el color dental con guías visuales y con espectrofotómetro**. Consiento la publicación de los resultados del estudio siempre que la información sea anónima o se muestre de manera agregada de modo que no pueda llevarse a cabo una clara asociación entre mi identidad y los resultados. Entiendo que, aunque se guardará un registro de mi participación en el experimento, el investigador adquiere el compromiso de que todos los datos experimentales recogidos de mi participación sólo serán identificados por un número y en ningún caso se mostrarán asociados a mi identidad.


He sido informado de la responsabilidad que asumo con mi participación para el adecuado desarrollo del conocimiento científico de la Odontología, y de las implicaciones que este conocimiento puede tener en la formación de otros dentistas, en la aplicación clínica, o de aplicaciones técnicas. Por estas razones, he sido informado de la importancia de comportarme de forma honrada, esforzándome en hacerlo lo mejor posible en las diversas situaciones de esta investigación. Por lo tanto, si mi comportamiento no fuera honrado estaría contribuyendo a que se tomasen decisiones equivocadas en cualesquiera de estos ámbitos. Me comprometo a llegar puntualmente y en condiciones normales (en un estado descansado y despejado) a la sesión del experimento. Esto es importante porque los resultados de este experimento pueden verse alterados por factores como la fatiga, el estrés, el uso de fármacos en condiciones de algunos tratamientos médicos, etc. Por último, es importante que no comente las características de los procedimientos o los objetivos de este experimento, hasta que haya concluido toda la investigación.

Experimentador/a:

Participante:

Fecha:

II. Aprobación del Comité de Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Salamanca,


**UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA**

COMITÉ DE BIOÉTICA (CBE)

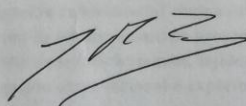
Edificio I+D+i
C/ Espejo 2, 37007 Salamanca
Tel . (34) 923 29 44 00 ext 1181
e-mail: cbioetica@usal.es

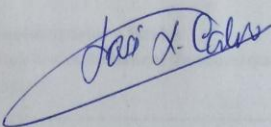
REGISTRO UNICO
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
SALIDA
001 N°. 201500006834
03/03/2015 13:04:30

El Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, en su reunión extraordinaria del día 25 de febrero de 2015, ha considerado las circunstancias que concurren en el proyecto de investigación titulado "Factores moduladores de la percepción del color dental con métodos objetivos y subjetivos", que tiene como investigador principal al Dr. JAVIER MONTERO MARTÍN.

A la vista de la documentación presentada, este Comité ha acordado **informar favorablemente** el proyecto de investigación, ya que cumple los requisitos éticos requeridos para su ejecución.

Y para que así conste lo firmo en Salamanca a 27 de febrero de 2015


José Mª Díaz Mínguez
Secretario del CBE


José Julián Calvo Andrés
Presidente del CBE

III. Ficha de Recogida de Datos.

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
FACULTAD DE MEDICINA

FICHA DE RECOGIDA DE DATOS

FECHA: _____

APELLIDOS Y NOMBRE: _____

EDAD: _____ SEXO: _____

Titulación/Curso (periodo): _____

DISCAPACIDAD VISUAL mediante Test de Ishihara: _____

EXPLORACIÓN 1 (ILUMINACION ARTIFICIAL)

	13	12	11	21	22	23	TIEMPO
Método Classic							
Método 3D MASTER							
Método Espectrofotómetro							

EXPLORACIÓN 2 (ILUMINACION NATURAL/SOLAR)

	13	12	11	21	22	23	TIEMPO
Método Classic							
Método 3D MASTER							
Método Espectrofotómetro							

Cuál de los métodos considera más cómodo? _____

Cuál de los métodos considera más intuitivo? _____

Cuál de los métodos considera más rápido? _____