Teoría del color. Herramientas diagnósticas

Diagnóstico estético

CONTENIDO

1. **Objetivos.**
2. **Introducción.**
3. **Naturaleza del color.**
4. **Parámetros del color.**
5. **Técnica de estimación cromática (subjetiva) con guía analógica.**
6. **Otros factores que influyen en la percepción.**

   Fluorescencia.
   Opalescencia.
7. **Proceso clínico de toma de color.**
8. **Métodos objetivos de estimación cromática (guías digitales).**

   Colorímetros.
   Espectrofotómetros.
9. **Bibliografía.**

Objetivos

- Otorgar al alumno/a herramientas para la correcta medición del color.
- Ayudar al alumno/a a comprender conceptos sobre la naturaleza y parámetros del color.
- Presentar al alumno/a los factores que influyen en la percepción del color.
- Determinar los métodos objetivos y subjetivos existentes en el mercado para la toma de color.

Introducción

El estudio del color puede llegar a ser muy complejo debido a su naturaleza subjetiva derivada de la participación del observador en el proceso, lo que ha supuesto que se haya visto abordada desde diferentes puntos de vista a lo largo del tiempo. Se han empleado dos tipos de sistemas de medición del color en la valoración y cuantificación del mismo: por un lado, los modelos subjetivos, basados en la comparación del color con patrones o guías de referencia; y por otro, los métodos objetivos o matemáticos, que tratan de representar los colores del espectro visible de una forma numérica, y que se basan en la obtención del color buscado mediante la mezcla en diferentes proporciones de los colores principales o primarios. A su vez, la elección del color o colores específicos para cada uno de los tratamientos que se realizan día a día en la cavidad oral es determinante, más si cabe, cuando se llevan a cabo tratamientos estéticos para restaurar la función y estética del sector anterior del paciente.

Determinados aspectos del conocimiento del color y su naturaleza tienen una repercusión directa en la calidad y la excelencia de los tratamientos estéticos. Por tanto, conocerlos y estudiarlos proveerá de las herramientas necesarias para poder alcanzar la predecibilidad y el éxito.

La variedad de materiales de restauración existentes en el mercado junto con los cementos de los que se dispone a día de hoy y las técnicas de toma de color digital han constituído la base para poder conseguir imitar la estética natural del diente.

Naturaleza del color

Cuando se habla de color, se refiere a la impresión producida por un tono de luz en los órganos visuales, o más exactamente, es una percepción visual que se genera en el cerebro de los humanos y otros animales al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores en la retina del ojo, que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda (400 y 800 nm) que captan de la parte visible del espectro electromagnético.

Por tanto, las células que se encuentran en la retina son las responsables de la percepción del color. Estas células son de dos tipos: los "conos" y los "bastones". Los conos son los responsables de la percepción del color, existen conos fotosensibles a las longitudes de onda verde, roja y azul. Los conos tienen una relación 1:1 con las fibras nerviosas, para cada cono existe una fibra nerviosa; esto permite que el operador pueda distinguir con mucha exactitud las zonas donde empieza un color y termina el anterior. Pudiendo con ello distinguir para un mismo diente una variedad de colores (siendo estas características cromáticas las que personalizan al diente, más allá del color promedio del mismo). Los bastones, por otro lado, sólo tienen un tipo de pigmento fotosensible, por lo que su percepción es acromática, o sea son los responsables de la percepción de luminosidad o value del diente. Estos están ubicados alrededor del punto focal de la retina y muchos bastones comparten una fibra nerviosa.

Todo esto ayuda a ver en condiciones de poca luz, aunque no puedan distinguirse el color de los objetos, sí se puede distinguir que existe un objeto en la oscuridad, hecho que es bastante relevante para las condiciones lumínicos en la toma de color definitivo. Cuando se está seleccionando un color, lo más sencillo es cerrar parcialmente el ojo para limitar la entrada de luz al ojo y activar más los bastones, esto permitirá establecer muy bien las diferencias de luminosidad o value, después con el ojo enfocado en el diente que se quiere, puede determinar su tonalidad (hue) y saturación (chroma).

En el año 1905, Albert Henry Munsell[1], un artista y profesor de arte americano, ingenió un sistema para poder organizar el color en: saturación (chroma), luminosidad (value) y tonalidad (hue). Utilizando estos tres parámetros, Munsell constituyó un "árbol tridimensional del color". *(Figura 1)*

Posteriormente evolucionó a la llamada "esfera de Munsell". A partir, de este momento muchos otros sistemas de clasificación aparecieron, pero el sistema de Munsell se erigió como la referencia en ese momento de la historia. Aun así, presentaba desventajas como, por ejemplo, la no discriminación entre colores con mayor o menor translucidez o mayor o menor opacidad. Tampoco, existía la posibilidad de discriminar entre las texturas de color.

Parámetros del color[2]

Los tres parámetros básicamente pueden definir el color son:

- **Saturación (chroma o intensidad):** refiere la cantidad de tinte que contiene el color, la viveza cromática que se observa, esta dimensión hace referencia a las diversas diluciones del color base del que se parte.

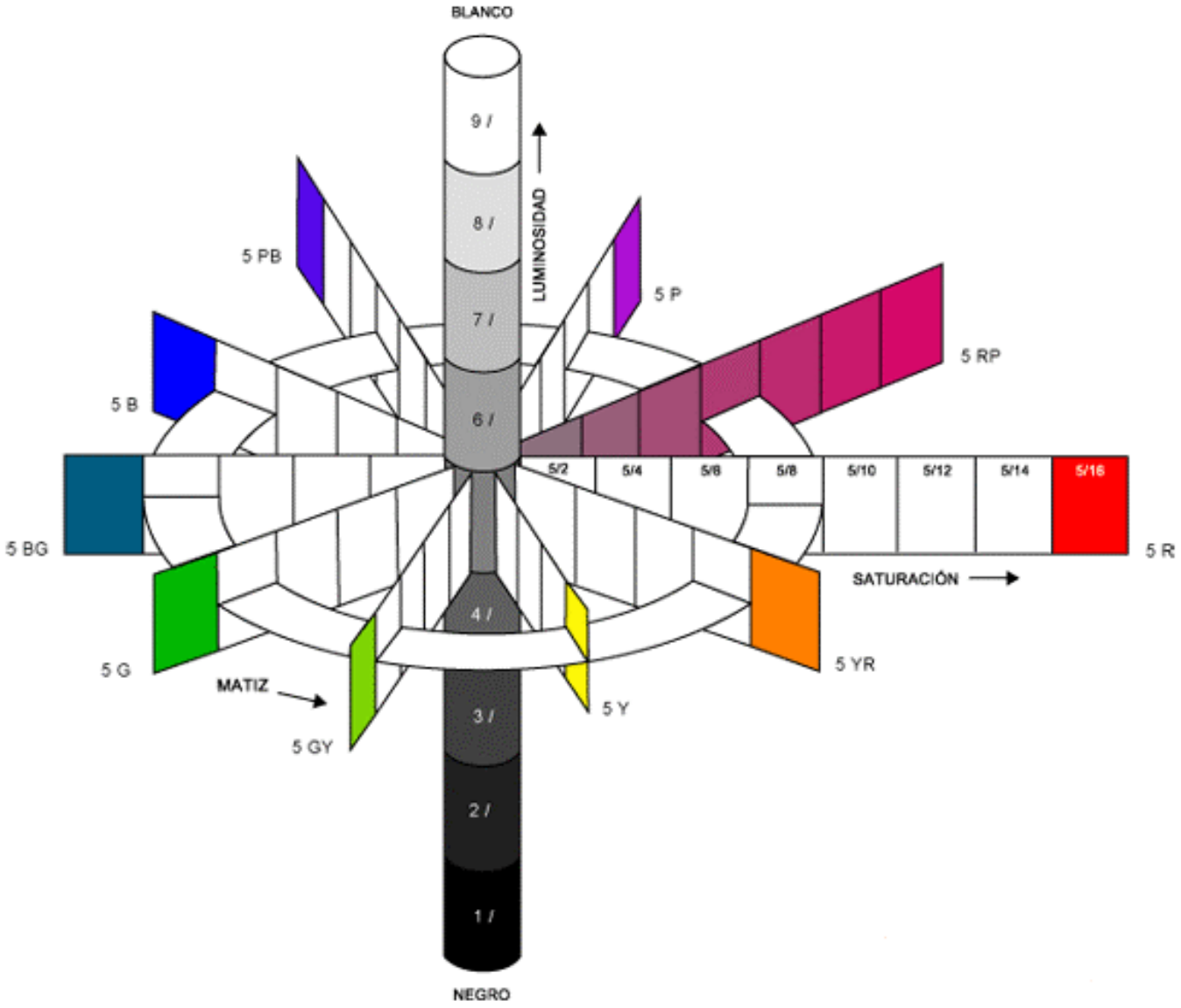

Figura 1.

- **Luminosidad (value o valor):** expresa la cantidad de luz que compone el color, sería como la imagen en blanco y negro del objeto observado, y se corresponde a las tonalidades grises comprendidas entre un valor máximo, que sería el blanco, y otro mínimo, el negro.
- **Tonalidad (hue, tono o tinte):** el grado en el cual un estímulo puede ser descrito como similar o diferente de los estímulos como rojo, amarillo y azul. Se refiere a la propiedad en los aspectos cualitativamente diferentes de la experiencia de color que tienen relación con diferencias de longitudes de onda o con mezclas de diferentes longitudes de onda. Es el estado puro del color, sin mezcla de blanco o negro.

Técnica de estimación cromática (subjetiva) con guía analógica

En primer lugar, debe recordarse que la visión humana precisa de tres elementos para que se produzca la misma: luz, objeto y receptor. En base a esto, la naturaleza de la fuente de luz es determinante a la hora de elegir un color u otro. Preferiblemente, la toma de color por observación de guía cromática se debería de registrar siempre bajo luz ambiental diurna. Y por ello, se debería de evitar siempre el uso de fuentes de luz por incandescencia, como las bombillas corrientes o halógenas, ya que emiten un espectro con mucha proporción de colores próximos al rojo (por ejemplo, evitar la luz que se emplea en los gabinetes habilitados para realizar intervenciones quirúrgicas).

Si no se pudiese optar en por las condiciones ideales, se debería recurrir fuentes de luz "día", que se trata de fuentes fluorescentes de luz corregidas, que ofrecen temperaturas de color de 5000º a 6500º K (siendo las más conocidas y utilizadas en este ámbito las luces día D_{50} y D_{65}. Aun así, existen autores que insisten en la necesidad de combinar luz natural y luz artificial (dos fuentes de luz), con el fin de conseguir una mayor precisión en la elección de la toma de color; dado que, existe un fenómeno llamado metamerismo que consiste en que dos muestras coinciden en color cuando son vistas bajo un tipo de luz, pero no coinciden cuando son iluminadas por una fuente de luz diferente. Por último, cabe recordar que tanto la clínica dental como el laboratorio de prótesis deben de compartir la misma fuente de iluminación para todos y cada uno de sus trabajos.

Otros factores que influyen en la percepción

Además del metamerismo (explicado con anterioridad), existen otros dos factores que pueden variar la percepción del color y se deben tener en cuenta, son:

Fluorescencia

Es la emisión de energía luminosa por un material, cuando un rayo de luz es reflejado en él. Debe señalarse que diente natural, resinas compuestas y porcelana tienen la habilidad de ser fluorescentes; pero existen materiales con diferente fluorescencia a la del esmalte y esto provoca que en muchas situaciones, cuando el paciente se expone a luz natural, las restauraciones se vean más "oscuras", pues no están emitiendo la misma cantidad de luz visible.

Opalescencia

Es la habilidad del diente y en este caso del esmalte, de poder producir efectos diferentes, según como le incida la luz. Cuando la luz le atraviesa de frente se originan tonos azules, pero cuando proviene de atrás, da tonos naranjas. La luz que proviene de atrás es luz incidente que penetra en el diente y se refracta de lingual a vestibular.

Esta capacidad es lo que, en ocasiones, produce tonos azulados muy leves en zonas como bordes incisales y ángulos línea mesiales y distales; otro naranja en los bordes incisales. El operador cuando observa esto debe colocarse en varias posiciones para poder determinar si el color que está viendo viene de adentro del diente o si es efecto óptico, para así comunicárselo al técnico de laboratorio. Muchas de las porcelanas modernas tienen esmaltes opalescentes capaces de reproducir estos efectos.[3]

La técnica más extendida hoy en día, consiste en comparar el color del diente con el color del diente de una guía artificial. Generándose con ello, el problema añadido de que hoy en día existen en el mercado multitud de guías porque existen multitud de empresas fabricantes de materiales dentales. Aun así, las guías más usadas en los gabinetes dentales son la guía VITA CLASSICAL A1-D4® *(Figura 2)* y la guía CHROMASCOP® *(Figura 3)*, ambas guías vienen ordenadas por grupos de tonalidades (hue) agrupadas en ítmes A, B, C y D para la guía Vita Classical® y 100, 200, 300, 400 y 500 en el caso de Chromascop®; las dimensiones relativas a la luminosidad y saturación (chroma y value), se anotan de 1 a 4 en la guía Vita Classical® y de 10 a 40 en la Chromascop®. Encontrándo actualmente con que se ordenan las guías de color en base a la luminosidad y no a la tonalidad.

En lo referente a las desventajas de las guías VITA CLASSICAL® se encuentra que:

- En caso de ser usadas para toma de color en las restauraciones cerámicas, éstas poseen un espesor inadecuado, que normalmente varía entre 4 a 5 mm, y que deberá ser reproducido en tan solamente una capa de 1 a 1'5 mm de cerámica, a lo sumo 2 mm.
- Las tablillas no cubren todo el espacio cromático dental, es decir, en ellas 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.

Tras estas guías, la evolución indefectiblemente fue la de generar una guía donde la determinación del color se estableciese por grupos de luminosidad, decreciendo del 1 al 5, a su vez que, la saturación cromática fuese creciente de 1 a 3, y tras esto, que aparecieran grupos de tonos, desde el M (color medio) hacia el amarillo L o al rojo R. Con ello, se generó la guía VITAPAN 3D-MASTER®, de VITA®. Según los fabricantes, la organización de la misma, facilita en gran medida la determinación del color en Odontología, porque el ojo humano aprecia más las variaciones de brillo y saturación que las de tonalidad. *(Figura 4)*

Posteriormente, se ha lanzado al mercado la guía VITA SYSTEM 3D-MASTER® con 3 subgrupos:

1. **VITA Linearguide 3D-MASTER® cuyas ventajas son:**
   - Determinación del color dental en dos pasos.
   - Determinación conocida del color dental gracias a la manipulación lineal clásica.
   - 26 colores dentales naturales ordenados sistemáticamente; tres colores de blanqueamiento dental adicionales (VITA Bleached Shades).
   - Muestras de colores claramente estructuradas en función de la claridad, la intensidad y la tonalidad cromáticas.
   - Utilización sencilla e intuitiva (autoexplicativa).
   - Posibilidad de obtener colores intermedios mediante mezcla.

2. **VITA Bleachedguide 3D-MASTER® cuyas ventajas son:**
   - Instrumento para determinar el grado de claridad para el proceso de blanqueamiento dental en un solo paso.
   - 29 grados de claridad basados en el VITA SYSTEM 3D-MASTER®.
   - Representación realista del blanqueamiento dental y comunicación sencilla con el paciente gracias a la estructura clara y bien ordenada. *(Figura 5)*
3. **VITA Toothguide 3D-MASTER con Bleached Shades cuyas ventajas son:**
   - Determinación del color dental en tres pasos.
   - 26 colores dentales naturales ordenados sistemáticamente; tres colores de blanqueamiento dental adicionales (VITA Bleached Shades).
   - Muestras de colores claramente estructuradas en función de la claridad, la intensidad y la tonalidad cromáticas.
   - Posibilidad de obtener colores intermedios mediante mezcla.

Para continuar, recordar que algunos autores recomiendan reorganizar las guías de color en función de la claridad, en vez de la tonalidad, así la guía VITA Classical®, quedaría ordenada de la siguiente manera: B1, A1, A2, D2, B2, C1, C2, D4, D3, A3, B3, A3'5, B4, C3, A4 y C4.

Proceso clínico de toma de color

Previamente a la realización de la toma de color, se realiza una limpieza del diente con pasta profiláctica. Tras esto, se retira cuidadosamente los carmines labiales, lápices labiales, etc. Y en el caso de los varones, los bigotes abundantes y oscuros. A continuación, asegurarando que la iluminación es la correcta y que el diente en todo momento está hidratado. Entre observación y observación, convendría que el clínico descansara la vista fijándola en superficies con colores suaves (preferentemente azul claro).

Posteriormente, se centraría en la primera dimensión del color, que es la claridad del diente (value), seguida de la saturación (chroma) y tonalidad (hue). Con ello, se realiza un sencillo dibujo o boceto del diente para presentar la distribución de color sobre el mismo (teniendo en cuenta en este punto que se debe de evitar presentar al técnico de laboratorio un único color promedio, por ejemplo, "acabado de corona de recubrimiento total cerámico tipo e.max color A2").

Figura 2.

Figura 3.

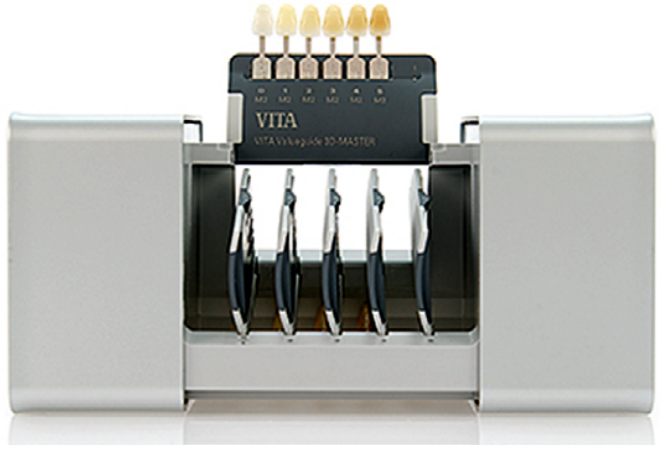

Figura 4.

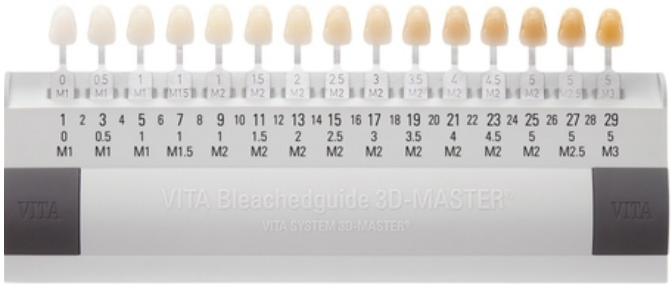

Figura 5.

Por tanto, si quisiera ampliarse la información se dividiría el diente en tres tercios y a cada uno de ellos, se dotaría de un color concreto (por ejemplo, "tercio gingival: color A3'5, tercio medio: color A3 y borde incisal: color B2"). Aunque, lo correcto sería presentarle al técnico un mapa cromático con una descripción topográfica de los colores que se han podido observar y añadir áreas de color particular del diente (manchas ambarinas, manchas hipoplásicas, grietas, tinciones, efecto halo incisal). Para finalizar siempre se debe de adjuntar una o varias fotografías del caso[4].

Además de todo lo dicho anteriormente, debe valorarse el color a una distancia equivalente a la longitud del brazo. Sin embargo, la visión cercana funciona mejor a una distancia de 25 o 33 cm.

Considerar que el gris claro neutro es el color de fondo ideal para la determinación del color.

Realizar unas tres o cuatro miradas cortas de 5 segundos cada una para evitar la fatiga y la adaptación visual. Si se prolongasen las miradas en el tiempo, se puede producir una imagen persistente y negativa durante otros 15 a 20 segundos.

Al seleccionar el color existe una norma general relacionada con los siguientes puntos:

- Los incisivos centrales laterales y premolares maxilares presentan el mismo tinte (tono).
- Los caninos maxilares presentan una intensidad mayor (chroma) mayor. Cuando la diferencia cromática entre los caninos y laterales es muy marcada, es aconsejable aumentar ligeramente la intensidad de los laterales para establecer una suave transición de color en esta área y que la diferencia no se altere.
- Los incisivos mandibulares suelen tener una intensidad más suave que los maxilares.

Métodos objetivos de estimación cromática (guías digitales)

En los aparatos disponibles actualmente en el mercado se aplican diferentes principios de medición. En todos los aparatos de medición del color, se emite luz y se mide su reflexión. Las mediciones duran menos de un segundo y no son perceptibles por el paciente.

En la actualidad, existen un importante número de sistemas comerciales. Entre ellos, existen colorímetros, espectrofotómetros, analizadores digitales del color e instrumentos híbridos que combinan estas tecnologías.

Aun así, se pueden clasificar en dos grandes grupos:

Colorímetros

En los años 80 apareció el primer colorímetro del mercado, fue la casa Chromascan® quién lo lanzó. Tuvo poco éxito por la dificultad de su uso y la limitada precisión.

Tras esto, apareció el Shade Ex-Eye® (Natural Color Concept), e Identa Color II® (Identa), siendo ambos la segunda generación de colorímetros. La luz se proyectaba sobre el diente en forma de donut, de manera que el centro de la sonda recibía la luz que despedía el diente, y a través de una guía de luz este has reflejado llegaba al detector que es el que lleva a cabo la medición.

El diseño de la sonda del instrumento y la naturaleza translúcida del diente hacían en algunos casos "scattering", fenómeno por el cual parte de la luz se perdía para la lectura, dado que no pasaba por la ventana del instrumento. El problema que generaba en las mediciones es que hacía, por ejemplo, que una cerámica aparentemente igual que un diente natural, diese una lectura diferente.

Para solucionar este problema, se introdujo una modificación de los algoritmos matemáticos, donde se seleccionaba previamente el modo (diente, porcelana o blanqueamiento), tras esto, se calibra y se selecciona el diente a medir. Se realizan de 3 a 5 mediciones y la media es la que se suministraba al clínico, además, de otros datos como: número de diente, color en VITA 3D MASTER®, CHROMASCOP®, VITA CLASSICAL®, NCC and Biodent, y ratios opaquer/cuerpo/esmalte que el técnico puede aplicar.

A continuación, aparecieron los colorímetros triestímulo, que analizaban tres valores (porción roja, verde y azul), los llamados valores RGB. No resolvían el problema del metamerismo y no interpretaban los valores de translucidez, hecho que resultaba problemático.

Por este motivo, irrumpió en el mercado los colorímetros de espectro completo, que presentaban un sensor que emite un foco de luz de espectro completo. El ordenador analiza la reflactancia y muestra una lectura que determina el espectro del reflejo.

Aun así, esta aparatología presentaba unas desventajas claras que eran:

- Son instrumentos diseñados para medir superficies lisas (siendo el diente una estructura convexa).
- Una pequeña apertura en el colorímetro conllevará errores. Por eso, es necesario el uso de posicionadores o férulas transparentes con el mismo diámetro que la punta lectora.
- Los errores sistemáticos que den las lecturas son difíciles de manejar y afectarán al grado de precisión.
- La comparación de datos entre colorímetros es desaconsejable y poco fiable.

Los colorímetros más utilizados hoy en día son:

- Shade Ex-Eye© de la casa Shofu que utiliza la guía VITAPAN CLASSICAL®.
- Identa Color II© de la casa comercial Identa. Utilizando guías de color de la casa VITA (VITAPAN CLASSICAL® y VITAPAN 3D MASTER®. Teniendo como peculiaridad que se puede imprimir en papel los valores registrados y puede tomar el color en un punto de un diente o cinco zonas del mismo.

Llegado este punto, es importante remarcar que los colorímetros son más simples que los espectrofotómetros, ya que, los colorímetros utilizan filtros de color y los espectrofotómetros proporcionan mediciones espectrales.

Espectrofotómetros

El espectrofotómetro es un aparato de medición que emite una luz definida y es capaz de medir la calidad y la cantidad de luz reflejada por un objeto y clasificarla en un grupo de colores dentro del espectro visible de 380 a 720 nm. Generando así, un gran número de datos de medición. Se podría decir, por ende, que puede medir en función de la longitud de onda estableciendo una relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones.

Cabe destacar, que los espectrofotómetros también se han utilizado para valorar la influencia óptica de diferentes aleaciones metálicas y porcelanas en las restauraciones ceramometálicas, la efectividad de la protección con cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, o la influencia del pH y el tiempo en la degradación de los composites.

El VITA Easyshade® V es el espectrofotómetro más actual del mercado y presenta las siguientes características:

- Rango de medición de 400-700 nm.
- Concepto de carga inductivo con baterías AA de larga duración.
- Los filtros espectrales analizan el espectro de remisión.
- Indicación de todos los colores dentales en los sistemas cromáticos mundialmente consolidados VITA SYSTEM 3D-MASTER® y VITA classical A1-D4®, así como indicación de los colores VITABLOCS® y colores de blanqueamiento dental conforme al estándar de la ADA (American Dental Association).
- Interfaz Bluetooth® para la comunicación con el software de PC VITA Assist y la aplicación para smartphone VITA mobile Assist. *(Figura 6)*

Figura 6.

Dichas características hacen que se pueda utilizar para muchas indicaciones como:

- Determinación del color básico para seleccionar los materiales para el tratamiento de obturación directa.
- Determinación del color básico para seleccionar los dientes protésicos.
- Determinación del color dental para la realización de un blanqueamiento.
- Determinación del color dental para seleccionar los materiales CAD-CAM.
- Determinación del color promedio para dientes multicromáticos.
- Determinación del color de zonas dentales para restauraciones cerámicas estratificadas.
- Determinación del color de la restauración ya durante su confección.
- Comprobación de la calidad en cuanto al color deseado de restauraciones cerámicas terminadas.
- Determinación intraoral del color de restauraciones cerámicas existentes.
- Comunicación a través de VITA Assist.
- Comunicación a través de VITA mobileAssist.

Bibliografía

1. Romeo M, Martínez JA. Estudio comparativo de la intensidad lumínica reflejada entre diferentes cerámicas dentales. Revista Internacionall de Prótesis Estomátologica 2002;4(3):211-217.
2. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. J Dent. 2004; 1:3-12.
3. Martínez JA, Nieto S, Romeo M, Cañada L. Factores que determinan la percepción del color en Odontología. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica 2004; (6)3: 218-225.
4. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. Int J Perio Rest Dent 2003; (5):467-79.