

Update on tooth color measurement by visual and spectrophotometer methods

Actualización sobre la toma de color de dientes mediante los métodos visual y con espectrofotómetro

Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt¹, Julieta Andrea Saldaña¹, José Alberto Grandinetti¹

¹Universidad Abierta Interamericana. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Buenos Aires, Argentina.

Received: 18-02-2024

Revised: 16-07-2024

Accepted: 12-11-2024

Published: 01-01-2025

How to Cite: Mezzalira Betancourt AG, Saldaña JA, Grandinetti JA. Update on tooth color measurement by visual and spectrophotometer methods. Interamerican Journal of Health Sciences. 2025; 5:257. <https://doi.org/10.59471/ijhsc2025257>

ABSTRACT

Introduction: tooth colour assessment is a crucial aspect in aesthetic dentistry, as it influences the design of restorative and aesthetic treatments. There are various methods for assessing tooth colour, the most common being the visual method and the use of spectrophotometers. Each has advantages and disadvantages that can affect the accuracy and reproducibility of the results.

Development: the visual method consists of comparing tooth colour with standardised shade guides. This approach is accessible and easy to implement, but its subjectivity can lead to variations in colour perception between different operators. Factors such as lighting, visual fatigue and environmental conditions can influence the assessment, compromising the consistency of the results. On the other hand, the spectrophotometer offers an objective measurement of tooth colour by quantifying the light reflected by the teeth at different wavelengths. This method provides accurate and repeatable data, eliminating the subjectivity of the visual method. However, its cost and the need for technical training can be limitations in its widespread use.

Conclusions: both methods have a significant role in tooth color assessment. While the visual method is more accessible and practical in clinical settings, the spectrophotometer offers superior accuracy and objectivity. The choice between the two will depend on the specific treatment needs and available resources. For optimal results, it is suggested to consider a combined approach that takes advantage of the strengths of each method.

KEYWORDS

Shade Measurement, Spectrophotometer, Light, Shade Guide, Vita 3D Master Guide.

RESUMEN

Introducción: la toma de color de dientes es un aspecto crucial en odontología estética, ya que influye en el diseño de tratamientos restaurativos y estéticos. Existen diversos métodos para evaluar el color dental, siendo los más comunes el método visual y el uso de espectrofotómetros. Cada uno presenta ventajas y desventajas que pueden afectar la precisión y la reproducibilidad de los resultados.

Desarrollo: el método visual consiste en comparar el color de los dientes con guías de colores estandarizadas. Este enfoque es accesible y fácil de implementar, pero su subjetividad puede llevar a variaciones en la percepción del color entre diferentes operadores. Factores como la iluminación, la fatiga visual y las condiciones ambientales pueden influir en la evaluación, lo que compromete la consistencia de los resultados. Por otro lado, el espectrofotómetro ofrece una medición objetiva del color dental al cuantificar la luz reflejada por los dientes en diferentes longitudes de onda. Este método proporciona datos precisos y repetibles, eliminando la subjetividad del método visual. Sin embargo, su costo y la necesidad de formación técnica pueden ser limitaciones en su uso generalizado.

Conclusiones: ambos métodos tienen un papel significativo en la evaluación del color dental. Mientras que el

método visual es más accesible y práctico en entornos clínicos, el espectrofotómetro ofrece una precisión superior y objetividad. La elección entre ambos dependerá de las necesidades específicas del tratamiento y de los recursos disponibles. Para obtener resultados óptimos, se sugiere considerar un enfoque combinado que aproveche las fortalezas de cada método.

PALABRAS CLAVE

Toma de Color, Espectrofotómetro, Luz, Guía de Color, Guía Vita 3D Master.

INTRODUCCIÓN

La toma de color es un procedimiento esencial en odontología, especialmente en el área de estética dental, la cual involucra parámetros básicos como la forma, tamaño, textura superficial, translucidez y el color de los dientes. A lo largo del tiempo, la toma de color ha ganado más atención por parte de los odontólogos y los pacientes, aunque sigue siendo un procedimiento que requiere de conocimiento, concentración, y paciencia debido a la dificultad para su correcta elección.^(1,2)

Varios estudios han señalado que la toma de color es crucial para lograr una alta estética dental, y su elección es uno de los aspectos más difíciles de la rehabilitación estética. Por lo tanto, es importante que el profesional esté capacitado y familiarizado con el sistema utilizado para lograr los resultados deseados.^(3,4,5,6)

Este sistema se compone de tres variables que caracterizan la percepción de la luz reflejada por los dientes: matiz, valor, y croma. El matiz es el tono predominante en el diente, el valor es la claridad u oscuridad del tono, y el croma es la intensidad del color.⁽⁴⁾

La percepción del color es una habilidad subjetiva que puede variar según la edad, género, estado psicológico, fatiga visual o estrés, medicamentos, condiciones visuales como el daltonismo, la alimentación y cambios ambientales, como la iluminación, siendo el tipo de fuente de luz el factor más importante.^(7,8) La Comisión Internacional del Color (CIE) ha establecido tres ejes para la selección del color, siendo la iluminancia un factor importante. La diferencia en los tonos se expresa en unidades para su análisis clínico. Para seleccionar el tono de un material restaurador, se debe coincidir con el tono de una pieza dental natural usando una guía de colores comercial, siendo la más utilizada la guía Vita 3D Master debido a su alta fiabilidad, sin embargo, la confiabilidad y repetibilidad de la percepción del ojo humano con respecto a la selección del color dental, puede estar alterada por los distintos factores antes mencionados, por lo que se puede hipotetizar que puede ser variable y podría afectar los resultados.^(3,9) Aunque la tecnología ha desarrollado dispositivos más precisos para la elección del color, el ojo humano sigue siendo fundamental en el proceso. El objetivo de este estudio será revisar la bibliografía disponible sobre la toma de color dental con el método visual en comparación con el espectrofotómetro.

MÉTODO

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Redalyc, Elsevier Science Direct, PubMed/Medline, SciELO, así como en los servicios ClinicalKeys y el buscador Google Académico. Para recuperar la información se emplearon estrategias de búsqueda avanzada, mediante la estructuración de fórmulas de búsqueda con el empleo de los términos "toma de color", "espectrofotómetro", "luz", "guía de color", "guía Vita 3D Master", etc., así como sus equivalentes en idioma inglés. De los documentos resultantes se seleccionaron aquellos que aportaran información teórica y empírica.

DESARROLLO

Una de las razones por las que se conoce a Isaac Newton es debido a su descubrimiento sobre la relación entre la luz y el color. Al observar cómo la luz pasaba a través de un prisma de cristal y se descomponía en los diferentes colores del espectro electromagnético de la luz visible, pudo comprender la naturaleza subjetiva del color. Esto significa que el color no es solo un fenómeno físico, sino también uno de percepción, por ello, el color no es una propiedad de un objeto en sí mismo, sino más bien de la luz que llega a nuestros ojos desde el objeto. La percepción del color solo ocurre cuando nuestros ojos son estimulados por la luz, lo cual confirma que el color no es una propiedad física de los objetos. Los experimentos de Newton demostraron que la luz blanca está compuesta por energía de diferentes longitudes de onda.⁽⁵⁾

En el año 1846 Michael Faraday realizó un descubrimiento que establece una conexión entre el electromagnetismo y la luz. Esta consiste en: "cuando un haz de luz polarizada se propaga en un campo magnético, el plano de polarización de la luz sufre una rotación". Como resultado de sus estudios, Faraday llegó a la conclusión de que

la luz podría tener una naturaleza electromagnética, lo cual tuvo una contribución importante en los estudios sobre electricidad y magnetismo.⁽⁵⁾

En el año 1860, James Clerk Maxwell inspirado por las investigaciones de Faraday, llevó a cabo un análisis empírico sobre las ondas electromagnéticas y concluyó teóricamente que los campos electromagnéticos que varían rápidamente se propagan como ondas. Además, desarrolló un método para medir la velocidad de la propagación de estas ondas en el laboratorio. En 1887, Heinrich Hertz confirmó las teorías de Maxwell, siendo el primero en detectar y producir ondas electromagnéticas usando circuitos oscilantes, y pudo observar fenómenos similares a los de las ondas luminosas, como la reflexión, refracción, interferencia y polarización. Si bien, la teoría ondulatoria es adecuada para explicar cómo la luz se propaga, no es suficiente para explicar la forma en la que la luz interactúa con la materia. En esta época, los físicos creían que las ondas luminosas se transmitían a través de un medio “éter electromagnético”, el cual Maxwell mantuvo dentro de sus estudios.⁽⁵⁾

En 1887, Hertz hizo el descubrimiento del efecto fotoeléctrico, que se refiere a la emisión de electrones por parte de ciertos metales cuando se exponen a la radiación electromagnética, sobre todo la luz, de una corta longitud de onda. Einstein propuso que la velocidad de la luz en el vacío es una constante universal de la física e independiente de la velocidad del observador, lo que llevó al abandono de la idea del “éter electromagnético”. Rutherford, Bohr, Schödinger et al, desarrollaron la “teoría cuántica” que permitió una mejor comprensión de cómo los átomos y moléculas emiten y absorben la luz. Se hizo evidente al observar la luz emitida por los átomos a través de un espectroscopio, donde aparecen líneas de diferentes colores o longitudes de onda que son característica de cada elemento y están espaciadas y tienen intensidades específicas.⁽⁵⁾

La luz y sus interacciones

Las ondas electromagnéticas se encuentran en todos lados, y se identifican por su longitud de onda que varían desde valores inferiores al nanómetro hasta valores que superan al metro, como las ondas de radio o televisión. Existen dos espectros de longitud de onda a los que está expuesto el ojo humano, sin embargo, hay uno visible el cual corresponde a la luz blanca que se encuentra en el rango de 380 nm a 780 nm en los cuales el ser humano puede percibir los colores que van desde el violeta al rojo. Las ondas de radio, microondas, infrarrojas, ultravioletas, rayos X o gamma no son visibles por el ojo humano.^(6,7,8,9,10)

Los objetos no tienen colores propios, sino que reflejan una longitud de onda específica del espectro de colores. Esta característica del color es inherente a la luz. Un objeto azul, por ejemplo, absorbe todas las longitudes de onda excepto la azul que se refleja y llega a nuestros ojos, permitiéndonos percibir el objeto como azul.^(11,12,13)

Cuando se genera un estímulo físico, hay un proceso fisiológico que conlleva a una respuesta, en este caso cuando la luz de un objeto incide en el ojo, el foco es la retina, y la luz se convierte en impulsos nerviosos que se transmiten a la corteza cerebral. Esto se conoce como percepción del color.^(11,12,13)

La retina está conformada por células que poseen forma de cono y bastón. Las células con forma de cono se encuentran en una cantidad aproximada de seis a siete millones las cuales tienen la sensibilidad que permite la visión del color, estas células cónicas se dividen en rojos, verdes y azules. Las células en forma de bastón se encuentran en mayores cantidades representando unas 120 millones de células, las cuales tienen mayor sensibilidad, son fotorreceptoras, monocromáticas y permiten adaptar nuestra visión a la oscuridad.⁽¹³⁾

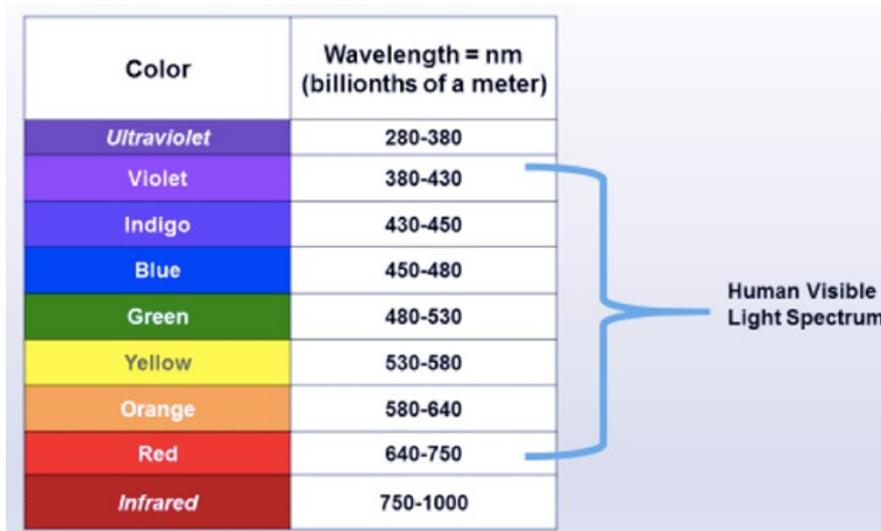


Figura 1. Espectro de luz visible por el ojo humano
Fuente: tomado de Ragain⁽¹³⁾

El ojo humano es sensible a las longitudes de onda de la luz en un rango de 400 a 700 nm. a lo largo de ese rango de luz visible hay un cambio gradual de color desde el azul, pasando por el verde, el amarillo, el naranja y el rojo. El ojo es más sensible a la luz en la región verde-amarilla.⁽¹³⁾

Aunque la elección del color visualmente es subjetiva, la percepción del observador y la iluminación ambiental tienen gran impacto en la coincidencia de los tonos. Con los avances en colorimetría, la gama de colores en las guías de tonos comerciales se ha ampliado, sin embargo, no todas tienen los rangos de tono, valor y croma que se encuentran en la estructura dental. En algunos casos realizan comparaciones entre las guías de tonos, pero terminan creando comparaciones cruzadas. Como resultado el laboratorista reformula los tonos del material para coincidir con los tonos de los dientes, al ser un método tan subjetivo puede provocar desajustes.^(11,14,15,16)

Colorimetría

Los dispositivos para seleccionar el tono se conocen como guías de color o en inglés shade guides. Estas se usan siguiendo un orden predeterminado de las cuales primero se selecciona el valor, luego el croma y por último el tono o matiz. Su uso sistemático requiere de precisión ya que permite obtener un resultado predecible el cual es imprescindible en la odontología estética.⁽⁴⁾

En el año 1898 el artista estadounidense Albert Munsell propuso un sistema para describir al color basándose en 3 dimensiones: matiz, croma y valor (brillo).

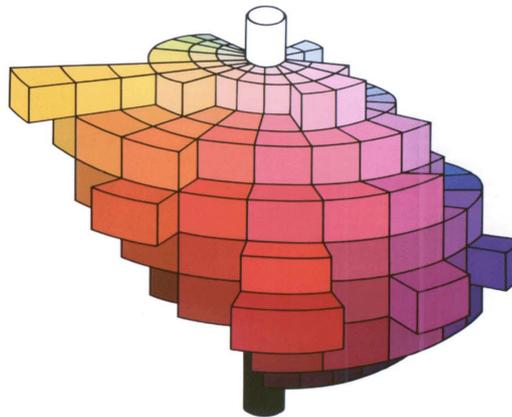


Figura 2. Espacio de color Munsell
Fuente: tomado de Ragain⁽¹²⁾

Todos los colores están contenidos dentro de un área específica del espacio de color de Munsell conocida como “Color Sólido de Munsell”. La escala de valores está limitada en el extremo inferior por el tono más oscuro que corresponde al negro puro y en extremo superior por el tono mas claro que corresponde al blanco puro. Todos los colores se pueden organizar de acuerdo con el sistema de ordenación de colores de Munsell. Un ejemplo de lo anteriormente mencionado es que colores amarillos de croma más altos tienen valores muy altos, mientras que los colores azules de croma mas altos tienen valores muy bajos.⁽¹²⁾

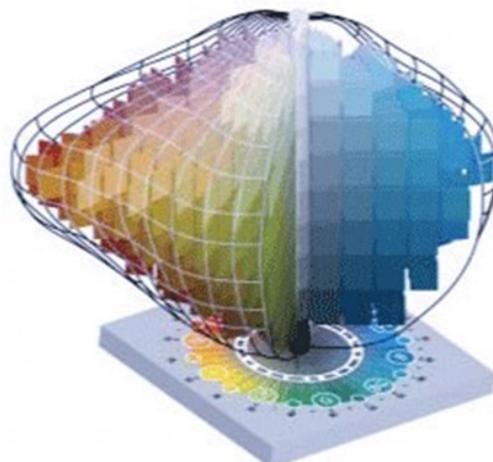


Figura 3. Color sólido de Munsell
Fuente: tomado de Ragain⁽¹²⁾

Estas tres características del color se pueden combinar para crear un sólido tridimensional con la luminosidad y saturación actuando como rayos horizontales en el eje central y los tonos formando el borde exterior del sólido. Dado que el tamaño de los pasos de saturación difiere para cada tono y luminosidad, el método de color sólido es complicado, pero ayuda a mejorar la capacidad de distinguir o visualizar entre la tonalidad, la luminosidad y la saturación.⁽¹²⁾

Temperatura del color

Esta es una característica que divide los colores entre cálidos y fríos. Los colores cálidos incluyen tonalidades de amarillo, naranja y rojo, mientras que los colores fríos abarcan tonos de verde, azul y violeta. Esta distinción puede verse en las piezas dentales, donde se observa una mayor calidez en la zona cervical y media con tonos más amarillentos y naranjas, mientras que en la zona incisal se percibe una mayor frialdad con tonos blancos, grises o incluso azulados en los casos de translucidez en el borde incisal de dientes jóvenes. Sin embargo, al combinar colores cálidos con fríos, como el azul con el naranja o el amarillo, es fundamental tener en cuenta que estos colores pueden intensificar los tonos, ya que son complementarios. Es posible que esta combinación no produzca el resultado esperado. Por ejemplo, se podría utilizar azul en el borde incisal y naranja o amarillo en el tercio medio para lograr un efecto deseado.⁽¹¹⁾

Dimensiones del color

Matiz: se refiere al color puro y simple de un objeto, como el rojo, verde o azul. En el círculo cromático, el matiz puede desplazarse hacia los lados, adoptando propiedades de los colores vecinos y dando a los colores terciarios. Aunque existen 12 matices en el círculo del color, hay pigmentos o variaciones de cada uno.⁽¹¹⁾

Valor: se refiere a la luminosidad, el brillo o proximidad de un objeto al blanco. Los colores se pueden clasificar en grados “luminosos” y “oscuros”. La luminosidad se mide independientemente del matiz del color. A mayor valor, mayor cantidad de blanco, y a menor valor, mayor cantidad de negro. Hacia el blanco se encuentran los tintes y hacia el negro están las sombras.

El valor expresa la translucidez y reflexión, que en última instancia son sinónimos de la naturalidad en una restauración dental. Por esta razón, el valor es la dimensión más importante del color en la restauración dental.

El valor tiene una escala del 1 al 10 según el sistema de medida del color de Munsell. Los dientes se encuentran en los valores intermedios de 6, 7 y 8. Un diente con un valor muy alto se percibe como falso, es decir, muy blanco, mientras que unos con un valor muy bajo parecen no vitales. Los pacientes suelen elegir el tono con el valor más alto, aunque esto puede no estar relacionado con su edad. Por lo tanto, es preferible presentar tres tonos adecuados y permitirles a los pacientes seleccionar el que les guste.^(11,17)

Croma: se refiere al grado de saturación o pureza del matiz, es decir, la intensidad del color, todos los colores pueden ser neutros siempre que estén desaturados, no solo el negro, gris o blanco. Por ejemplo, el croma de un diente es mayor en la zona cervical y disminuye hacia la dirección incisal. Los caninos tienen un mayor croma que los incisivos centrales o laterales.^(11,17)

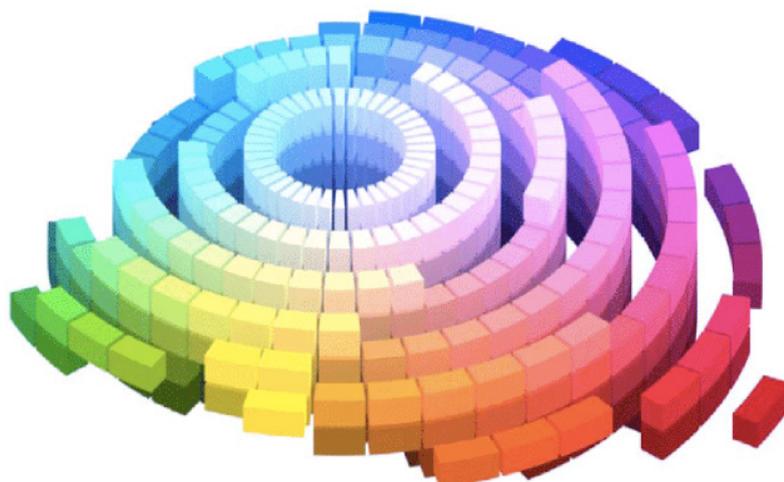


Figura 4. Representación 3D del sistema de Munsell

Fuente: tomado de Ragain⁽¹²⁾

Metamerismo

Es el fenómeno mediante el cual el color seleccionado para un objeto puede cambiar según las fuentes de luz en las que se encuentre. Algunos colores pueden parecer iguales cuando se exponen a una misma fuente luminosa,

pero en realidad poseen una reflectancia espectral diferente. Cuando la luz cambia, estos colores metaméricos ya no se ven igual y dejan de coincidir.^(11,18)

Hay estudios como el de Priego y cols.⁽⁵⁾ sobre el estudio clínico de la influencia de la luz ambiental en la toma de color dental, que han confirmado que el efecto metamerístico puede alterar en menor medida al valor con respecto a los otros atributos del color, cuando se exponen a cambios en el tipo de luz, lo cual además es determinante de los resultados.^(5,11)

Propiedades ópticas de los dientes

Fluorescencia: se refiere a la absorción de luz por parte de un objeto y cómo este la refleja a través de una longitud de onda larga. Cuando los dientes se exponen a luz ultravioleta emiten luz visible, por ello se consideran fluorescentes.

Opalescencia: se considera a la translucidez de los dientes cuando se ven azules en la luz reflejada y naranjas en la luz transmitida.

Translucidez: es cuando se transmite y difunde la luz a través de los dientes, de tal manera que no se logra observar una imagen definida más allá del mismo.

Opacidad: es la propiedad de un objeto que no permite o bloquea el paso de la luz a través de él.^(5,16)

Guía de color

El método más usado para la selección de tonos es el visual utilizando una guía de color. Existen varias, son económicas, duraderas, permiten comparar efectivamente el tono natural del diente, sin embargo, la más usada es la guía Vita 3D Master ya que se basa en el espacio tridimensional del color y se ha descubierto que mejora significativamente la repetibilidad en la igualación de tonos.^(17,19,20)

La selección del color debe ser fácil y precisa, para ello, las guías de tonos deben tener una distribución adecuada en el espacio de color, una ubicación racional, fácil manipulación y a su vez deben ofrecer precisión y exactitud. Algunos fabricantes produjeron guías de tonos de acuerdo a los materiales de restauración, ya que estas no solo deben coincidir con las piezas dentarias naturales, sino también con esos materiales para reproducir las diferentes propiedades ópticas que poseen.^(17,21,22,23)

Secuencia para la selección del color con el sistema Vita 3D Master

La guía Vita 3D Master posee una amplia gama de colores, pues consiste en 26 pestañas o muestras divididas en 5 grupos según el valor. Dentro de cada grupo se dispondrán las muestras representando verticalmente al croma, y horizontalmente al matiz. Los valores del matiz, valor y croma se encuentran a la misma distancia entre sí para que su uso al determinar el color pueda ser sencillo siempre que se realice bajo este criterio sistemático. Varios estudios han comparado la guía Vita 3D Master con la Vita Classical A1-D4 encontrando que en la primera su rango de valores es más amplio, tiene más pestañas cromáticas, posee una mejor disposición de las pestañas en general y el rango de matices abarca hasta los tonos rojizos.^(17,19,24,25,26,27)

Paso 1: determinación del valor. El nivel va desde el 1 al 5, para seleccionarlo debemos posicionar la guía cerca de los dientes del paciente a una distancia aproximada de 25 a 30 cm. en la guía los números están representados por la primera fila de muestras.⁽¹⁹⁾

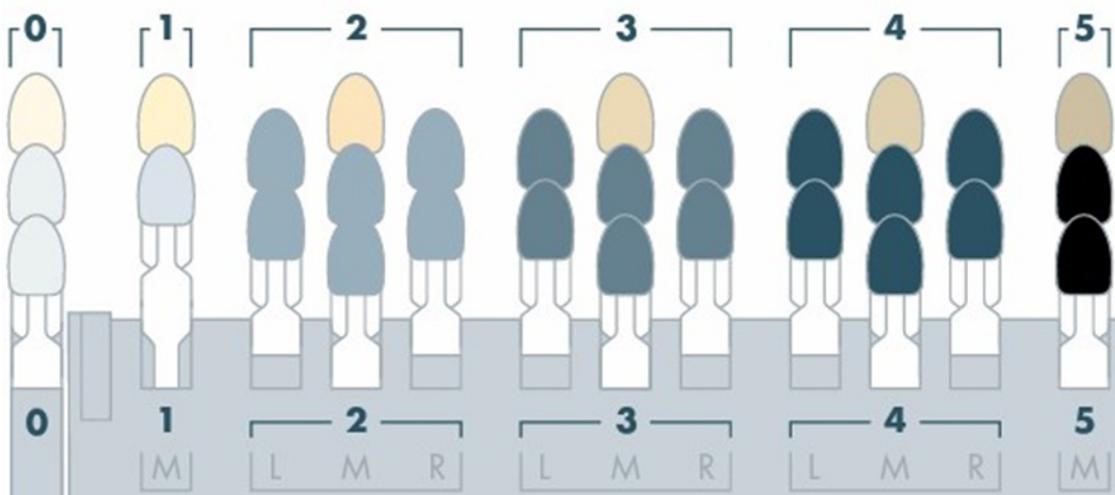


Figura 5. Determinación del valor

Los estudios muestran que con el uso de la guía Vita 3D Master hay mayores posibilidades de alcanzar el éxito

en la igualación de tonos, ya que tiene mucha similitud con el color de los dientes naturales y también porque permite la diferenciación independiente de las diversas dimensiones del color. Asimismo, ofrece una serie de sistemas como una toothguide, linear guide, bleachedguide, que se pueden adaptar a las diferentes situaciones clínicas.^(13,19,25,28)

Paso 2: determinación del croma. Luego de seleccionar el nivel del valor, se debe extraer la muestra que pertenece al mismo en la tonalidad media, y para determinar la intensidad cromática se debe escoger uno de los 3 colores extraídos. Todas las muestras de cada nivel tienen el mismo valor de claridad, sus diferencias se encuentran solo en el croma y el tono que se determinan en los pasos siguientes.⁽¹⁹⁾

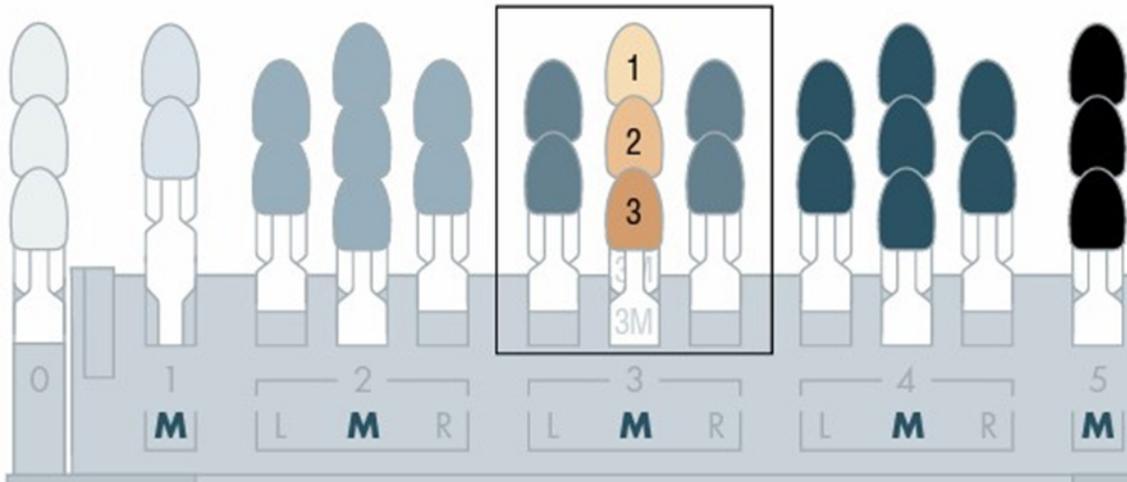


Figura 6. Determinación del croma

Paso 3: determinación del matiz. evaluar si la pieza dentaria es más amarillenta o rojiza y compararla con la muestra seleccionada. Cuando existan dudas entre muestras de colores que se encuentran adyacentes, se puede elegir el color intermedio. Esto solo aplica para determinar el valor y el croma.⁽¹⁹⁾

Es importante que los dientes estén limpios, libres de cualquier resto de placa o cálculo y sin manchas superficiales antes de tomar el color, deben estar húmedos para evitar que se vean más blancos de lo que realmente son una vez que se deshidratan, por ello se recomienda realizar la toma de color antes de colocar la goma dique para el aislamiento absoluto.^(16,29)

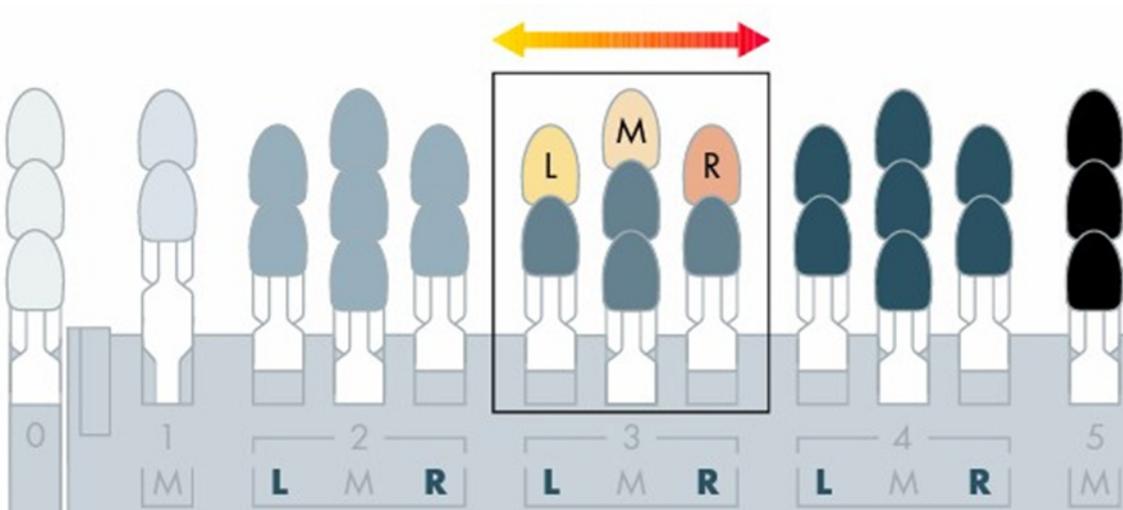


Figura 7. Determinación del matiz

Fuente: Todas las muestras del grupo M tienen el mismo tono y valor, solo se diferencian en la intensidad cromática.

Condiciones de los dientes

La distancia ideal entre el operador y el paciente debe ser entre 2 y 6 pies de la cavidad oral, y el paciente debe estar sentado en la unidad odontológica con la luz enfocada en sus dientes. Se recomienda realizar la selección del color por la mañana debido a que el operador tendrá menor fatiga ocular y se debe tomar en cuenta la luz a la que

están expuestos los pacientes en su día a día. También, es importante tener un entorno libre de distractores, como labial, ropa y joyas, los cuales deben taparse o retirarse.^(16,17,29) La iluminación del lugar de trabajo es un factor clave, y la luz solar al medio día es considerada como óptima, ya que dicha exposición mezcla proporcionalmente todas las longitudes de onda con respecto a la exposición matutina o vespertina, las cuales tienen longitudes de onda que rondan entre amarillo y rojo.^(4,16,29)

El diente es policromático y presenta características complejas en su anatomía, lo que hace que la igualación de tonos sea más difícil. La dentina es la que da el color base de una pieza dentaria y el esmalte según su espesor va a determinar el croma y valor del tono. El tercio cervical es más oscuro con respecto al tercio medio e incisal, ya que es el que menos espesor de esmalte posee. A medida que aumenta el espesor del esmalte en el tercio medio, hace que esa zona presente una menor saturación del color.

La diferencia de la textura superficial, la translucidez y el color del área circundante influyen en la determinación del color del diente. Naturalmente la luz que cae sobre el objeto puede ser reflejada, absorbida, dispersada o transmitida, afectando el patrón de luz y la percepción del color, por ello se deben tomar en cuenta tanto las características macromorfológicas como micromorfológicas. Por ejemplo, cuando la luz entra en contacto con la superficie brillante da un reflejo difuso o en múltiples direcciones, mientras que si entra en contacto con superficies lisas da un reflejo especular o en una sola dirección.^(11,17)

Cuando queremos detectar las diferencias de color intraoralmente es más complejo debido a las distracciones que podemos encontrar en el fondo de la cavidad oral, como la mucosa y las sombras que generan los labios.⁽¹⁸⁾

Espectrofotómetro

Hoy en día existen técnicas instrumentales para la toma de color automatizada, y se han incorporado en la práctica profesional para superar las limitaciones e inconsistencias existentes en la toma de color manual y visual. En esta investigación nos enfocamos en el espectrofotómetro, el cual funciona midiendo la energía luminosa que se refleja desde la superficie del objeto, esto lo hace dentro de los intervalos de luz visible (380 a 780 nm).

Está constituido por una fuente de iluminación, un mecanismo para dispersar la luz, un sistema para medir y convertir el flujo de luz que se refleja en una señal para poder analizarlo. Posee un sensor de alta precisión e incluye datos para una variedad de condiciones de iluminación, siendo más preciso que el colorímetro, además es más versátil, pero suele ser más caro. Se usa idealmente para analizar colores más complejos ya que mide la reflectancia espectral en cada longitud de onda.^(12,17,24)

Los instrumentos digitales están diseñados para medir sobre superficies planas, sin embargo, los dientes no suelen ser planos, más bien tienen textura.⁽²⁸⁾

Estos instrumentos presentan un problema, además de sus costos más altos con respecto a las guías de tonos manuales, también tienen una pequeña pérdida de luz en sus bordes, lo cual genera errores sistemáticos en la selección del color. Esta situación es más común cuando hay mediciones de reflectancia de materiales translúcidos en los cuales la luz se dispersa más allá de la superficie expuesta al sistema de observación del instrumento. El sistema de medición del color del espectrofotómetro se realiza a través de una pequeña ventana para medir e iluminar, lugar en el cual se genera esta pérdida de los bordes.^(24,28,30)

La selección del tono es muy subjetiva y se ve influenciada por las condiciones ambientales, sin embargo, no afecta el resultado cuando se usan estos instrumentos gracias al avance tecnológico. Hay estudios que compararon la igualación del tono poniendo a prueba diferentes instrumentos y hallaron variaciones en la precisión y confiabilidad entre los dispositivos.^(18,30) La confiabilidad se refiere a la consistencia del dispositivo para hacer coincidir la misma muestra. La precisión se refiere a la capacidad del dispositivo para proporcionar una coincidencia correcta para una muestra determinada.^(16,18)

CONCLUSIONES

Mientras que el método visual es más accesible y práctico en entornos clínicos, el espectrofotómetro ofrece una precisión superior y objetividad. La elección entre ambos dependerá de las necesidades específicas del tratamiento y de los recursos disponibles. Para obtener resultados óptimos, se sugiere considerar un enfoque combinado que aproveche las fortalezas de cada método.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mooney JB, Barrancos PJ. *Operatoria Dental*. Ed. Médica Panamericana, 2006;
2. Pilco OPH, Colcha AIB, Aguilar DAP, Rivero AGG de. Long-term benefits for children of including dental health in education. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias [Internet] 2023 [cited 2024 Oct 28];2:771–771*. Disponible en: <https://conferencias.ageditor.ar/index.php/sctconf/article/view/516>

3. Özat PB, Tuncel İ, Eroğlu E. Repeatability and reliability of human eye in visual shade selection. *Journal of Oral Rehabilitation* [Internet] 2013 [cited 2024 Oct 27];40(12):958–964. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/joor.12103>
4. Alnusayri MO, Sghaireen MG, Mathew M, et al. Shade Selection in Esthetic Dentistry: A Review. *Cureus* [Internet] 2022 [cited 2024 Oct 27];14. Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/90547-shade-selection-in-esthetic-dentistry-a-review#!/>
5. Valor Priego M. Estudio clínico sobre la influencia de la luz ambiental en la toma del color dental [Internet]. 2014 [cited 2024 Oct 27]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=97693>
6. Macchi RL. *Materiales Dentales*. Ed. Médica Panamericana, 2004
7. Goodier CS. Factors affecting oral health in children and adolescents in Ecuador. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias* [Internet] 2024 [cited 2024 Oct 28];3:889–889. Disponible en: <https://conferencias.ageditor.ar/index.php/sctconf/article/view/889>
8. Ramón JAM, Silva PAM, Sánchez JEF. Ethical and clinical aspects of tooth whitening in adolescents. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias* [Internet] 2024 [cited 2024 Oct 28];3:774–774. Disponible en: <https://conferencias.ageditor.ar/index.php/sctconf/article/view/774>
9. Horta-Martínez LE. 3D printing in the medical field. *Seminars in Medical Writing and Education* [Internet] 2022 [cited 2024 Oct 28];1:8–8. Disponible en: <https://mw.ageditor.ar/index.php/mw/article/view/9>
10. Mohammed S, Alla RK. Color and Shade Matching in Dentistry. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs* [Internet] 2011;25:172–175. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Rama-Krishna-Alla-2/publication/233832453_Color_and_Shade_Matching_in_Dentistry/links/0fcfd50dd1fb9849be000000/Color-and-Shade-Matching-in-Dentistry.pdf
11. Hoyos A. Color e ilusión. *CES Odontología* [Internet] 2001 [cited 2024 Oct 27];14(2):53–62. Disponible en: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/705>
12. Ragain JC. A Review of Color Science in Dentistry: Colorimetry and Color Space. *JDODT* [Internet] 2016 [cited 2024 Oct 28];4(1):01–05. Disponible en: <http://symbiosisonlinepublishing.com/dentistry-oraldisorders-therapy/dentistry-oraldisorders-therapy48.php>
13. Ragain J. A Review of Color Science in Dentistry: The Process of Color Vision. *JDODT* [Internet] 2015 [cited 2024 Oct 27];3(1):01–04. Disponible en: <http://www.symbiosisonlinepublishing.com/dentistry-oraldisorders-therapy/dentistry-oraldisorders-therapy34.php>
14. Johnston WM, Kao EC. Assessment of Appearance Match by Visual Observation and Clinical Colorimetry. *J Dent Res* [Internet] 1989 [cited 2024 Oct 27];68(5):819–822. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/00220345890680051301>
15. Miyajiwala JS, Kheur MG, Patankar AH, Lakha TA. Comparison of photographic and conventional methods for tooth shade selection: A clinical evaluation. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* [Internet] 2017 [cited 2024 Oct 28];17(3):273. Disponible en: https://journals.lww.com/jips/fulltext/2017/17030/comparison_of_photographic_and_conventional.10.aspx
16. Yılmaz B. Factors Affecting The Visual Tooth Shade Selection: A Review. *Dent & Med J - R* [Internet] 2020 [cited 2024 Oct 28];2(3):76–83. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/en/pub/dmj/issue/57587/780456>
17. Jouhar R, Ahmed MA, Khurshid Z. An Overview of Shade Selection in Clinical Dentistry. *Applied Sciences* [Internet] 2022 [cited 2024 Oct 28];12(14):6841. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/14/6841>
18. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet] 2009 [cited 2024 Oct 28];101(3):193–199. Disponible en: [https://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(09\)60028-7/abstract](https://www.thejpd.org/article/S0022-3913(09)60028-7/abstract)

19. Vita 3D-Master Instrucciones | PDF | Color | Ligero [Internet]. Scribd. [cited 2024 Oct 27]; Disponible en: <https://es.scribd.com/document/358306927/Vita-3D-Master-Instrucciones>
20. Alshiddi I, Richards L. A comparison of conventional visual and spectrophotometric shade taking by trained and untrained dental students. Australian Dental Journal [Internet] 2015 [cited 2024 Oct 28];60(2):176–181. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/adj.12311>
21. Tabatabaian F, Beyabanaki E, Alirezaei P, Epakchi S. Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry [Internet] 2021 [cited 2024 Oct 28];33(8):1084–1104. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jerd.12816>
22. Hardan L, Bourgi R, Cuevas-Suárez CE, et al. Novel Trends in Dental Color Match Using Different Shade Selection Methods: A Systematic Review and Meta-Analysis. Materials [Internet] 2022 [cited 2024 Oct 28];15(2):468. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/2/468>
23. Serban C, Nteroli G, Craciunescu EL, et al. Methods of dental shade determination [Internet]. In: SPIE BIOS Proceedings. San Francisco, CA: 2022 [cited 2024 Oct 28]; Disponible en: <https://doi.org/10.1117/12.2606721>
24. Ragain JC. A Review of Color Science in Dentistry: Shade Matching in the Contemporary Dental Practice. Journal of Dentistry, Oral Disorders & Therapy [Internet] 2016 [cited 2024 Oct 27];4(2). Disponible en: <https://symbiosisonlinepublishing.com/dentistry-oraldisorders-therapy/>
25. Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, Almeida CC de, Pimentel W, Tiozzi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. Journal of Prosthetic Dentistry [Internet] 2019 [cited 2024 Oct 28];121(2):271–275. Disponible en: [https://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(18\)30366-4/abstract](https://www.thejpd.org/article/S0022-3913(18)30366-4/abstract)
26. Igiel C, Weyhrauch M, Wentaschek S, Scheller H, Lehmann KM. Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. Dental Materials Journal 2016;35(1):63–69.
27. Sîmpălean D, Petrișor MD, Mărușteri MȘ, et al. A Software Application to Detect Dental Color. Applied Medical Informatics [Internet] 2015 [cited 2024 Oct 28];37(3):31–38. Disponible en: <https://ami.info.umfcluj.ro/index.php/AMI/article/view/548>
28. Sirintawat N, Leelaratrunguang T, Poovarodom P, Kiattavorncharoen S, Amornsettachai P. The Accuracy and Reliability of Tooth Shade Selection Using Different Instrumental Techniques: An In Vitro Study. Sensors [Internet] 2021 [cited 2024 Oct 28];21(22):7490. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/22/7490>
29. Shah P, Louca C, Patel R, Fine P, Blizard R, Leung A. Investigating working practices of dentists on shade taking: Evidence based good practice versus observed practice. Journal of Dentistry [Internet] 2020 [cited 2024 Oct 28];97:103341. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030057122030083X>
30. Yuan JC-C, Brewer JD, Monaco EA, Davis EL. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. J Prosthet Dent 2007;98(2):110–119.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.
Curación de datos: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Análisis formal: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Adquisición de fondos: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Investigación: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Metodología: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Administración del proyecto: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Recursos: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Software: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Supervisión: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Validación: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Visualización: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Redacción – borrador original: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.

Redacción – revisión y edición: Andrea Gabriela Mezzalira Betancourt, Julieta Andrea Saldaña, José Alberto Grandinetti.