



# Últimos avances sobre la selección del color en odontología

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Olga López Pardo  
Tutor: Rafael Martínez Fuentes  
Máster oficial restauradora, estética y funcional



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR/ RAFAEL MARTÍNEZ DE FUENTES, PROFESOR CONTRATADO DOCTOR ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA , COMO DIRECTOR DEL TRABAJO FIN DE **MÁSTER OFICIAL EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA, ESTÉTICA Y FUNCIONAL**.

**CERTIFICA:**

QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO "ÚLTIMOS AVANCES SOBRE LA SELECCIÓN DEL COLOR EN ODONTOLOGÍA"

HA SIDO REALIZADO POR OLGA LÓPEZ PARDO BAJO MI DIRECCIÓN Y CUMPLE A MI JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE MÁSTER.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMO EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 2 DE MAYO DE 2023.

D. RAFAEL MARTÍNEZ DE FUENTES

TUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre)

.....Olga López Pardo.....

con DNI...44788110A.....alumno/a del Máster Oficial Restauradora, estética y funcional.....

de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Máster titulado:

Últimos avances sobre la selección del color en odontología.....

**DECLARO:**

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso .....2022/2023....., es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

**APERCIBIMIENTO:**

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla...18.....de...mayo.....de 2023.....

(Firma del interesado)

Fdo

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN: .....	3
1. CARACTERÍSTICAS DEL COLOR: .....	3
2. CARACTERÍSTICAS DEL DIENTE NATURAL: .....	3
3. PERCEPCIÓN DEL COLOR: .....	4
4. DIFICULTADES EN LA SELECCIÓN DEL COLOR: .....	5
4.1. Factores que influyen en la selección del color: .....	6
5. MÉTODOS PARA LA SELECCIÓN DEL COLOR DENTAL.....	7
5.1. Método visual: .....	7
5.2. Métodos instrumentales: .....	8
OBJETIVOS .....	11
Objetivo general: .....	11
Objetivos específicos: .....	11
METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA .....	12
RESULTADOS DE LA REVISIÓN.....	15
DISCUSIÓN .....	22
1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS .....	22
1.1. Métodos visuales: .....	22
1.2. Métodos instrumentales: .....	23
2. IMPLICACIONES CLÍNICAS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	26
3. LIMITACIONES DE LA REVISION Y RECOMENDACIÓN PARA FUTURAS INVESTIGACIONES .....	27
CONCLUSIONES .....	28
BIBLIOGRAFÍA .....	29

## RESUMEN

El color es una cualidad difícil de comprender, evaluar, comunicar y reproducir en odontología, al igual que es una parte fundamental para conseguir resultados estéticos aceptables por el paciente.

Objetivos: desarrollar una actualización de los diferentes métodos usados para elegir el tono de las restauraciones, al igual que comparar y valorar los niveles de eficacia de cada procedimiento estudiado.

Metodología de la búsqueda: se ha llevado una revisión bibliográfica usando la base de datos PubMed incluyendo artículos de los últimos 5 años, realizados en humanos adultos, en los idiomas inglés y español

Resultados: se analizaron un total de 17 artículos que estudiaban los métodos de selección elegidos: las guías convencionales, la espectrofotometría, el escáner intraoral y el filtro de luz polarizada.

Conclusiones: La selección del color dental es un proceso complejo que requiere la consideración de varios factores. Por otro lado, las guías convencionales son el sistema más empleado en la práctica diaria, pero los métodos instrumentales son más objetivos. Aunque, todas las opciones estudiadas presentan eficacia, la mejor opción es la combinación de métodos.

**Palabras clave:** “dental colour registration methods”, “tooth shade selection methods”, “conventional guides”, “polarized light”, “intraoral scanners” y “spectrophotometry”.

## **ABSTRACT**

Colour is a challenging quality to comprehend, evaluate, communicate, and reproduce in dentistry, as it is a fundamental aspect of treatment to achieve aesthetically acceptable results for the patient.

**Objectives:** to develop an update of the different methods used to choose the shade of restorations, as well as to compare and evaluate the effectiveness levels of each procedure.

**Search methodology:** a literature review was conducted using the PubMed database, including articles from the last 5 years, conducted in adult humans, in English and Spanish languages.

**Results:** a total of 17 articles were analysed that studied the selected colour selection methods: conventional guides, spectrophotometry, intraoral scanners, and polarized light filters.

**Conclusions:** tooth shade selection is a complex process that requires consideration of various factors. Conventional guides are the most commonly used system in daily practice, but instrumental methods are the most objective. Although all the options studied are effective, the best option is the combination of methods.

**Keyword:** “dental colour registration methods”, “tooth shade selection methods”, “conventional guides”, “polarized light”, “intraoral scanners” y “spectrophotometry”.

## **INTRODUCCIÓN:**

### **1. CARACTERÍSTICAS DEL COLOR:**

El color se puede describir de acuerdo con el sistema de especificación del color de Munsell en términos de luminosidad, valor y croma.<sup>1-3</sup> Hoy en día, el sistema de especificación cuantitativa del color más ampliamente utilizado es el sistema “Lab” de la Comisión Internacional de l’Eclairage (CIE). En el cual, el color se recoge dentro de un eje de coordenadas formados por una coordenada acromática (luminosidad), una coordenada verde-roja (a negativa es verde y a positiva es roja) y una coordenada azul-amarilla (b negativo es azul y b positiva es amarilla).<sup>2</sup>

Sin embargo, el color dental, también se puede explicar dentro de un espacio cilíndrico L C h°, donde L representa la luminosidad, C el croma y h° el ángulo de matiz.<sup>2</sup>

La luminosidad o valor indica el grado de claridad u oscuridad que presenta un color en relación a una escala de grises. Básicamente, se define como el brillo percibido que va del negro al blanco y se cuantifica en una escala de 0 a 100. Por otro lado, el croma describe la saturación del color, es decir, que es la cualidad por la cual distinguimos un color fuerte de uno débil; mientras que el matiz es una cualidad que permite distinguir un color de otro, (por ejemplo, rojo, verde...). Hay 100 según el sistema Munsell (cinco principales y 5 intermedios).<sup>1-3</sup>

### **2. CARACTERÍSTICAS DEL DIENTE NATURAL:**

Cuando la luz alcanza la superficie dental, se pueden observar los siguientes fenómenos: transmisión, reflexión, dispersión y absorción de la luz<sup>4</sup>. La corona clínica tiene esmalte y dentina que reflejan y transmiten la luz incidente para producir color<sup>4,5</sup>.

La translucidez, la opacidad, la opalescencia, el brillo de la superficie dental, así como la fluorescencia son características secundarias al tono, mientras que la saturación y el brillo afectan a la apariencia de los dientes. La translucidez y la opacidad se consideran las más relevantes y dependen de la distribución espectral y la cantidad de luz reflejada, mientras que la opalescencia promueve el efecto arcoíris y depende de la dirección y ubicación de la iluminación alrededor del diente, así como de la dispersión, difracción e interferencias de las ondas de luz<sup>4</sup>.

Si analizamos las diferentes capas del diente, de manera más superficial encontramos el esmalte, que se compone de cristales individuales que son más grandes y están más orientados que en otros tejidos mineralizados. Estos, se componen de hidroxiapatita de calcio y su tamaño puede regular el color dental<sup>2</sup>. Sin embargo, al ser relativamente translúcido, el tono de los

dientes se debe a las propiedades ópticas de la dentina<sup>2,4</sup>. Por otro lado, es responsable de la opalescencia, porque su translucidez provoca el centelleo de la luz de onda corta, produciendo reflejos grises azulados, fácilmente perceptibles en el borde incisal, ya que es donde los dientes son más translúcidos, mientras que la menor translucidez se encuentra en el área cervical<sup>4</sup>. Hay que tener en cuenta que el proceso de maduración del esmalte continúa después de la erupción del diente, de modo que este puede presentar cambios de color con el tiempo<sup>2</sup>.

El esmalte se deposita en la dentina, por lo que la forma que presenten los túbulos y la manera en la que absorban y reflejen la luz es fundamental en la apariencia del color dental.<sup>2</sup>

En resumen, la morfología dental modifica directamente la cantidad de luz reflejada. En consecuencia, una superficie irregular o rugosa dispersa más la luz en comparación con una lisa.<sup>4</sup> Además, como las cantidades reflejadas y la luz absorbidas varían según del grosor y la translucidez de estos tejidos, es evidente que los espesores de esmalte y dentina afectan en de la percepción del color de los dientes<sup>2</sup>.

### 3. PERCEPCIÓN DEL COLOR:

El color del diente se percibe como una combinación de tonos resultantes de la interacción de la luz con la estructura dental y la presencia de manchas intrínsecas. O sea, que el color de un diente deriva de la dispersión y la absorción de la luz dentro del esmalte y la dentina.<sup>2</sup>

Los ojos humanos poseen tres tipos de bastoncillos para percibir el color según la longitud de onda visible reflejada por un objeto. A partir de esto, la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) define unos criterios para la medición del color usando 3 coordenadas que permiten detectar el tono de una manera sistematizada teniendo en cuenta:<sup>1</sup> la fuente de luz, que tendrá una longitud de onda específica a partir de la cual se obtiene una curva espectral; el observador que es la reacción humana a las longitudes de onda reflejadas por el objeto que indica la forma en la que un humano promedio ve el color a través del espectro visible; y el objeto observado del que se consigue su curva espectral a partir de las longitudes de ondas que refleja según el color específico:

- Longitudes de onda corta (380-500 nm) → relacionadas con el color azul (B)
- Longitudes de onda media (430-600 nm) → relacionadas con el color verde (G)
- Longitudes de onda larga (530-700 nm) → relacionadas con el color rojo (R)

Con esto, se calculan los valores triestímulo del objeto y se sitúan de manera tridimensional en el espacio con unas coordenadas XYZ.<sup>1</sup>

Actualmente, la estética y el color juegan un papel cada vez más importante en la odontología en comparación con años anteriores.<sup>5,6</sup> Los dientes bonitos, naturales y con colores adecuados en una dentadura no solo es señal de salud oral y buen estatus social, sino que también reflejan las habilidades de los profesionales dentales para crear una prótesis con un color acertado. Por esta razón, las herramientas usadas para seleccionar el tono están en continuo desarrollo y cobran cada vez más importancia.<sup>7</sup>

La perceptibilidad se refiere a la detección de la diferencia de color entre un diente y una restauración adyacente.<sup>6</sup> Se habla de umbral de perceptibilidad cuando podemos encontrar esa discrepancia a siempre vista;<sup>8</sup> Si el umbral es del 50%, se da una situación en la que el 50% de los evaluadores hallan variedad en el color de dos objetos (diente natural y restauración) mientras que el otro 50% es incapaz de detectar ninguna diferencia visualmente.<sup>1</sup>

Otro concepto a tener en cuenta es la aceptabilidad que se define como la aprobación del color de una restauración dental,<sup>6</sup> de tal forma que el umbral de aceptabilidad es la diferencia de color que es aceptable para que el resultado se considere estético.<sup>8</sup> Cuando se determina que el umbral de aceptabilidad es del 50% representa que la diferencia de color es admitida y considerada exitosa para el 50% de los observadores.<sup>1</sup>

Para los odontólogos es muy importante saber qué cambios en el color son reconocibles y cuales tolerables. Aunque hay pocos estudios in vivo relacionados con las diferencias del color, se estima que la tolerancia media de percepción del color fue de 2,6 unidades, mientras que el umbral medio de aceptabilidad de 5,6 unidades.<sup>9</sup> En la literatura se afirma que es difícil dar respuesta inequívoca a esa pregunta, ya que la percepción del color varía significativamente entre los individuos en función de la edad, el sexo, la educación, la profesión... entre otros factores.<sup>10,11</sup>

#### 4. DIFICULTADES EN LA SELECCIÓN DEL COLOR:

Durante muchos años, el color se había considerado una cualidad difícil de comprender, evaluar, comunicar y reproducir en odontología.<sup>1</sup> Asimismo, hoy día, las expectativas de los pacientes sobre los resultados del tratamiento suelen ser muy elevadas.<sup>5,8,11</sup> Aunque el ojo humano detecta pequeñas diferencias en el color dental, la comunicación con el protésico es difícil ya que existe una amplia gama de tonos, translucidez, opacidades y caracterizaciones dentales que son indetectables si no se presta mucha atención. Con todo, es fundamental la comunicación dentista-protésico porque la selección del color suele ser uno de los desafíos principales a la

hora de crear la apariencia natural del diente y una de las causas más comunes de repetición de las prótesis.<sup>6,12</sup>

Por eso, a pesar de que la excelencia estética es en gran medida un arte subjetivo,<sup>5</sup> la correcta evaluación del color y la combinación de tonos en las restauraciones protésicas es un aspecto importante del proceso que afecta en gran medida a la satisfacción del paciente<sup>4</sup>. De manera que, para abordar la preocupación estética, es crucial contar con un plan de tratamiento y comunicación adecuados<sup>8</sup>.

#### 4.1. Factores que influyen en la selección del color:

A la hora de elegir el tono de una restauración existen ciertos factores que influyen, entre los cuales se pueden encontrar los factores propios del objeto observado, el tipo de método utilizado para escoger el color, las características que influyen en el observador,<sup>4</sup> como la edad, el sexo, la experiencia del dentista o la fatiga ocular<sup>11</sup> y las fuentes de iluminación.<sup>4,11</sup>

Realmente, las condiciones de luz son críticas porque la cantidad e intensidad de luz que llega a los dientes cambia el tono percibido del mismo<sup>13</sup>. Podemos encontrar tres fuentes de luz en la consulta dental: luz natural (variable), luz de la unidad dental (tirando a rojo en el espectro visible en comparación con la luz natural) y las luces del techo fluorescente (que tiene varias propiedades de reproducción cromática según la temperatura de color especificada).<sup>4</sup>

La selección del color debe realizarse en presencia de una sola fuente de iluminación para que no domine ninguna longitud de onda,<sup>13</sup> ya que la iluminación superpuesta de diferentes luces puede promover el metamerismo<sup>4</sup> Por otro lado, la iluminación óptima para escoger el tono dental es la luz natural a una temperatura entre 5500 K y 6500 K (10 am y 2 pm) con el índice de reproducción cromática (CRI) superior a 90.<sup>4-6,13</sup> Además, aunque la luz del día se considera estándar en comparación con otras fuentes de luz, nunca se debe usar de manera directa para elegir el color, porque a pesar de que su temperatura sea 6500 K, es variable según la hora del día, la nubosidad, la humedad y la contaminación.<sup>13</sup> Lo ideal es hacerlo cerca de una ventana no polarizada con exposición norte en un día despejado.<sup>5,6</sup>

## 5. MÉTODOS PARA LA SELECCIÓN DEL COLOR DENTAL

### 5.1. Método visual:

#### - GUÍAS CONVENCIONALES:

Esta técnica es la manera más extendida en odontología para seleccionar el color,<sup>4,6,9,12</sup> a la vez que una de las formas más habituales de comunicación entre el dentista y el laboratorio.<sup>5,6</sup>

Consiste en una serie de pestañas de colores a partir de las cuales por comparación visual se selecciona el tono. Es conveniente seguir un orden a la hora de escoger el color dental; comenzando por el valor o luminosidad, después el croma y finalmente la tonalidad.<sup>5,6,9</sup>

La principal ventaja de esta técnica es la capacidad de confirmar el acuerdo de color entre el odontólogo y el paciente.<sup>8</sup> Además, los estudios han encontrado un efecto positivo del entrenamiento en la capacidad de diferenciación del color de los dientes, es decir, que tiene curva de aprendizaje.<sup>7</sup> Por otro lado, también se pueden lograr tonos intermedios mezclando fórmulas.<sup>5,6,14</sup>

El mayor problema que presenta este método es la subjetividad, porque la precisión en la selección está sometida a diferentes factores, ya sean del propios del paciente (ropa y cosméticos que lleve ese día, color gingival y del entorno circundante), del observador (sexo, fatiga ocular, experiencia, características individuales del ojo y el cerebro humano, que a pesar de que pueda distinguir una pequeña diferencia de color, la percepción no siempre es infalible), del diente en cuestión (sombra, saturación, brillo, translucidez, opalescencia, reflectancia y fluorescencia) y por supuesto de la fuente de iluminación, aunque se pueden añadir dispositivos de corrección de luz para minimizar las interferencias de iluminación y permitir claridad neutra.<sup>5-8,13-15</sup>

Otro punto es que las guías de colores contienen una selección limitada de colores en comparación con los que se encuentran en los dientes naturales.<sup>5,6,14</sup> Existen muchas guías, pero entre las más usadas se destacan la Vita Classical y la 3D MASTER.

La Vita Classical contiene 16 tonos naturales basados en el gráfico vita y se puede usar en un solo paso. Además, esta guía tiene colores uniformes entre guías del mismo fabricante. Sin embargo, no puede presentar el matiz, el croma y el valor individualmente.<sup>8</sup>

Por eso, la guía 3D MASTER es el sistema más completo y versátil disponible en el mercado.<sup>9</sup> Presenta 26 pestañas con diferentes tonos y una serie de “tonos intermedios”; aunque estos

últimos no tengan representación física, pueden obtenerse mezclando los colores básicos.<sup>5,6,9</sup> La gran ventaja de este sistema es que cubre el espectro de colores de un diente natural de forma ordenada y uniforme según las 3 dimensiones del color, porque cada color está determinado por un número que representaba el valor, una letra que es el grupo de tono y otro número que es el grupo del cromata. Por ejemplo, 2 (valor) L (tono) 1.5 (cromata). La letra L serán los tonos más amarillos, mientras que la R los rojos y la M los tonos intermedios.<sup>9</sup> Con ella, se aumentan las probabilidades de éxito en la selección del color dental debido a la semejanza con el tono de los dientes humanos al permitir que cada dimensión del color se distinga de forma independiente.<sup>8</sup> Con lo cual, aparte de ser una guía muy estudiada,<sup>9</sup> es un sistemas adaptado a la aplicación clínica como “toothguide”, “bleachedguide” y “linear guide”.<sup>8</sup>

### 5.2.Métodos instrumentales:

Estos dispositivos cuentan con un detector, un acondicionamiento de señal y un software que procesa la señal para que los datos se puedan utilizar en la clínica o el laboratorio.<sup>15</sup>

Aparentemente el uso de dispositivos electrónicos ofrece la posibilidad de proporcionar un resultado más objetivo<sup>9,12,16</sup> porque reduce en gran medida los factores individuales y ambientales que limitan la selección con el método tradicional.<sup>8</sup> Encima, mejora la comunicación, ya que es más fácil para el laboratorio ver una foto o una imagen que trabajar con una prescripción basada únicamente en una guía de colores.<sup>6</sup>

Igualmente, con los métodos instrumentales, la selección del color también varía con distintos factores como son los característicos de cada aparato (confiabilidad, precisión, vida útil, coste, modo operativo del sistema o la guía de colores que incluya el dispositivo), la experiencia del operador y la posición en la que se encuentre el diente la iluminación ambiental.<sup>6,16</sup>

Aun así, con el fin de mejorar el resultado estético del tratamiento y elegir el mejor tono dental para el paciente, se ha puesto a disposición un número creciente de dispositivos para ayudar a los dentistas a optimizar el proceso de evaluación del color y selección del tono. Estos incluyen los espectrofotómetros, los escáneres intraorales y los filtros de luz polarizada entre otros.<sup>4</sup>

Sin embargo, aunque los métodos instrumentales hayan ganado popularidad, son caros y no siempre están disponibles para el dentista.<sup>15</sup>

#### - ESPECTROFOTÓMETROS

Los espectrofotómetros miden la cantidad y composición espectral de la luz reflejada y los convierten en datos tristímulo. Es decir, que el dispositivo proporciona los colores medidos

en las coordenadas de color L (luminosidad), a (rojo-verde) y b (azul-amarillo) o L (luminosidad), C (croma) y h (matiz) lo que permite una descripción tridimensional en el espacio de color.<sup>14,17</sup>

Por lo general, iluminan la superficie del objeto con una luz de 6500 k para igualar los colores y muestra unos datos según la guía de colores pertinente.<sup>17</sup> Además, si contienen una fuente de luz interna pueden usarse en mediciones de contacto, y en consecuencia no se verían afectados por la luz externa.<sup>14</sup> Por este motivo, se usan para determinar los parámetros del tono.<sup>17</sup>

Son métodos digitalizados más objetivos que usan la cuantificación por digitalización y en general proporcionan un resultado del color más preciso.<sup>14</sup> De hecho, si los comparamos con la selección mediante el ojo humano ofrecen un aumento del 33% en precisión y una selección objetiva del 93,3%.<sup>12</sup> Pero, es cierto que no son comúnmente utilizados en la práctica diaria todavía;<sup>5,6</sup> seguramente influenciados por su elevado coste y la necesidad de entrenamiento.<sup>8,12</sup>

El Vita Easyshade es un espectrofotómetro de contacto con iluminación estandarizada incorporada que supone que sus lecturas no se vean afectadas por las condiciones de luz del entorno. Además, es capaz de medir la cantidad de energía luminosa reflejada por un objeto a intervalos de 25 nm en todo el espectro visible.<sup>5,6,17</sup> Se trata de uno de los espectrofotómetros más usados,<sup>12</sup> ya que su precisión se estima en un 92,6% y su repetibilidad en un 96,4%.<sup>7</sup>

#### - ESCÁNER INTRAORAL

Recientemente se han incorporado tecnologías digitales en odontología para mejorar el éxito clínico entre los que se encuentran los escáneres intraorales.<sup>8</sup> Estos dispositivos pueden capturar imágenes de color distinguiendo muy bien los tejidos duros de los blandos,<sup>11,17</sup> por lo que podría ser una nueva herramienta para evaluar el color dental.<sup>16</sup>

Básicamente, proyecta luz sobre un objeto y capta la luz reflejada mediante unos sensores para luego procesarla por el software del escáner y así conseguir generar una imagen.<sup>17</sup> Es decir, que las imágenes son obtenidas y reconstruidas por un ordenador punto por punto y sus resultados de color se basan en guías de colores.<sup>11,17</sup>

El escáner intraoral tiene sistemas disponibles con funciones de combinación de tonos que puede resultar más conveniente y compatible para la comunicación con el laboratorio, lo cual es una gran ventaja.<sup>8</sup>

Sin embargo, a pesar de que los programas de diseño asistidos por ordenador son competentes para replicar la forma del diente contralateral, lo que permite a los profesionales diseñar

restauraciones predecibles, la imitación del color del diente natural se ha enfrentado a desafíos importantes.<sup>16</sup> Por eso, tampoco está del todo claro si una función de color integrada en el escáner intraoral puede sustituir a métodos instrumentales como el espectrofotómetro o la fotografía digital.<sup>8,16</sup>

Según la técnica de captación de imágenes podemos encontrar diferentes tipos de escáner. Por ejemplo, Cerec Omnicam usa técnica de imagen de video, mientras que 3Shape Tríos usa técnica de imagen fotográfica.<sup>17</sup>

#### - LUZ POLARIZADA

Las imágenes digitales son actualmente un método práctico y consistente para determinar el color dental y transmitir esta información al laboratorio.<sup>12</sup> Sin embargo, un enfoque interesante que parece ser útil para seleccionar el color dental es el uso de filtros de luz polarizadores.<sup>12,18</sup>

Esta técnica usa dos filtros polarizadores lineales; uno delante del objetivo y otro del flash (fuente de luz). Si los dos filtros se colocan en el mismo plano de polarización, serán paralelos, por lo que no eliminarán los reflejos. En cambio, cuando uno de los filtros se gira 90 grados con respecto al otro, proporciona planos cruzados de polarización, produciendo una interferencia de luz cercana a cero que permite observar los dientes de una manera nueva, sin reflejos.<sup>18</sup>

La ventaja de esta técnica es que se consigue eliminar el brillo del medio ambiente y el reflejo especular producido por la saliva y los dientes.<sup>12</sup> A parte de permitir una mejor comprensión de la profundidad de detalles, características y transparencias de la estructura dental y hace posible evaluar las características de la dentina subyacente, lo que supone una apreciación más fácil y directa del color.<sup>18</sup>

## **OBJETIVOS**

### Objetivo general:

El objetivo general es realizar una profunda actualización de los diferentes métodos que se utilizan para elegir el tono de las restauraciones dentales.

### Objetivos específicos:

- Valorar los niveles de eficacia de cada procedimiento de selección
- Comparar los distintos sistemas de elección entre sí

## **METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA**

Se ha realizado una revisión bibliográfica sobre diferentes métodos para la selección del color en los tratamientos protésicos y restauradores. Para ello, se ha usado la base de datos PubMed con las palabras clave: “dental colour registration methods”, “tooth shade selection methods”, “conventional guides”, “polarized light”, “intraoral scanners” y “spectrophotometry”. La estrategia de búsqueda se realizó en 2 fases:

- “Dental colour registration methods” AND “conventional guides” AND “polarized light” AND “intraoral scanners” AND “spectrophotometry” (Fig. 1)
- “Tooth shade selection methods” AND “conventional guides” AND “polarized light” AND “intraoral scanners” AND “spectrophotometry” (Fig. 1.)

Para la selección de los artículos se ha empleado un diafragma de flujo PRISMA<sup>19</sup> (Fig. 2.). Se extrajeron inicialmente 98 artículos de la base de datos anteriormente mencionada y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión que se explican a continuación.

Se incluyen en la revisión estudios comprendidos en los últimos 5 años, realizados en humanos adultos (mayores de 18 años), en los idiomas inglés y español. Los métodos de selección elegidos han sido las guías convencionales, la espectrofotometría, el escáner intraoral y el filtro de luz polarizada, aunque se han permitido artículos que hablan de la selección con smartphones y cámaras digitales.

Sin embargo, se han excluido aquellos estudios realizados en animales, o que en el abstract y a texto completo no hablan sobre el color.

Además, se ha usado el gestor bibliográfico Mendeley para almacenar y organizar los documentos y el paquete office (Word) para redactar y exponer los datos seleccionados.

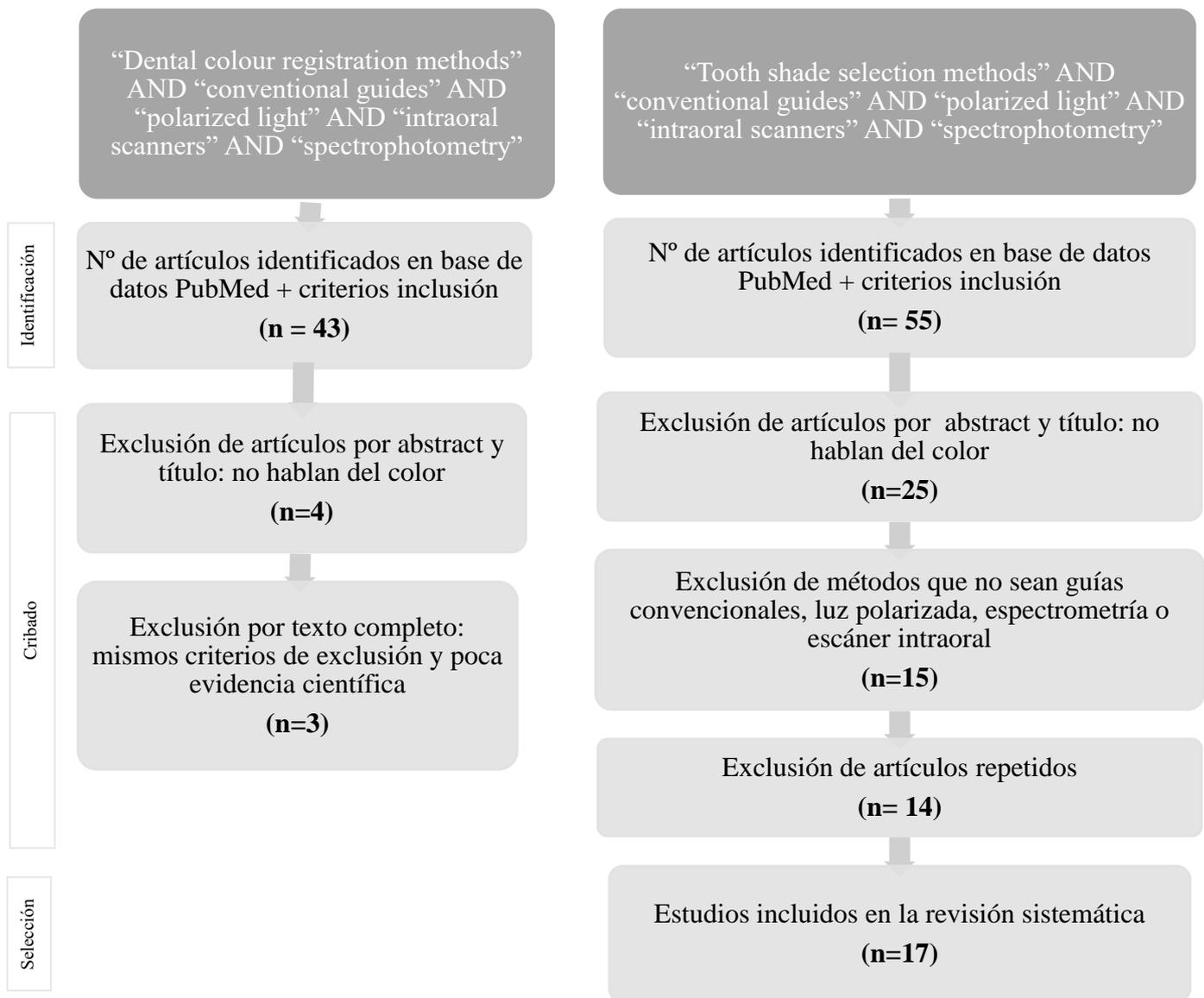


Figura 1. Estrategia de búsqueda en PubMed.

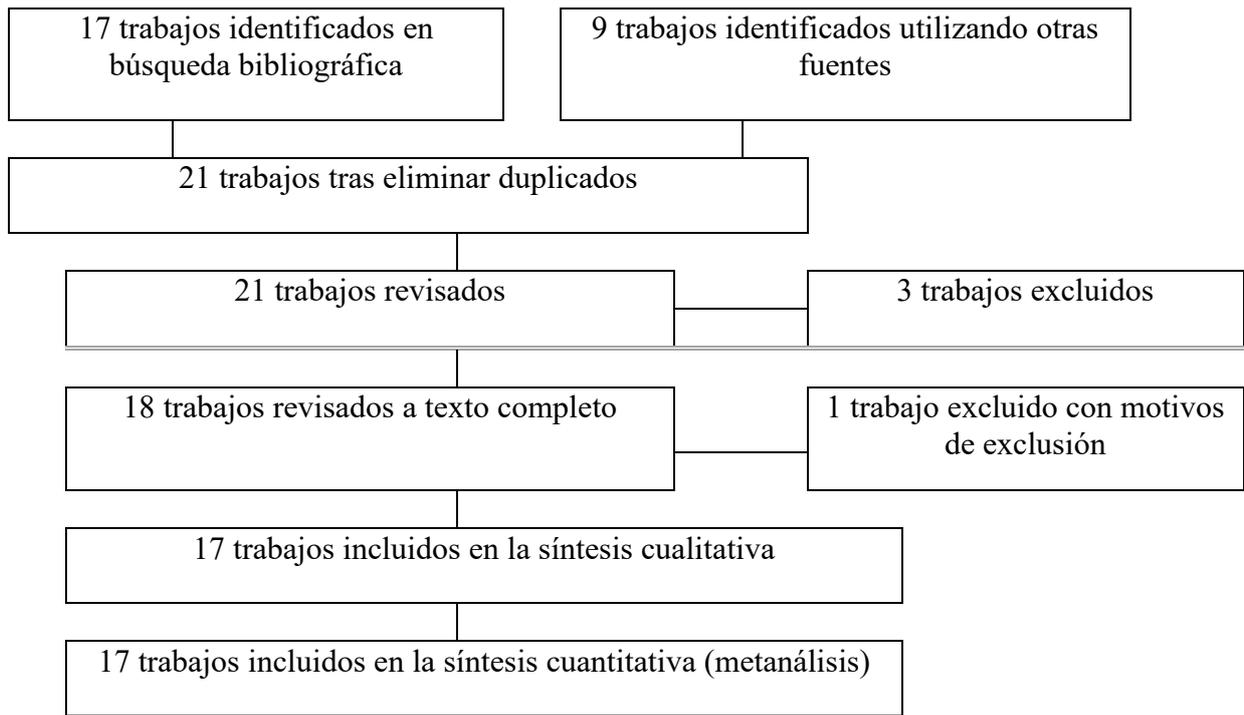


Figura 2. Diagrama de flujo Prisma empleado para la selección de los artículos incluidos.<sup>19</sup>

## **RESULTADOS DE LA REVISIÓN**

La selección final de 17 artículos estuvo compuesta por 8 ensayos controlados aleatorizados, 1 revisión sistemática y metaanálisis, 2 estudios de cohorte retrospectivo, 1 revisión bibliográfica, 1 estudio transversal, 3 estudios in vivo o in vitro y 1 caso clínico.

La revisión en detalle de cada uno de estos estudios permitió la elaboración de la tabla 1 que resume la información en relación al autor de cada artículo, el año de publicación, el diseño del estudio, el tamaño de la muestra, el método analizado en cada caso, los objetivos del estudio y las conclusiones de los mismo.

<b>AUTOR</b>	<b>DISEÑO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>CONCLUSIONES</b>
Tabatabaian et al (2021) <sup>1</sup>	Revisión bibliográfica	N= 249 Estudios	Guías convencionales, cámara con filtro de luz polarizada, espectrofotómetro y escáner intraoral	Discutir los métodos de selección de colores disponibles, los factores y condiciones relacionadas a ellos, y su exactitud en base a la literatura para encontrar el más preciso disponible actualmente	Los métodos digitales son más precisos que la selección visual, aunque, la precisión de estos es mejorable. El espectrofotómetro proporciona la mayor exactitud de todos los métodos estudiados, pero necesita un entorno adecuado para actuar de manera óptima. Se requieren más estudios para abordar las debilidades de los dispositivos digitales y mejorar la selección para reemplazar completamente a los métodos convencionales
Śmielecka et al (2020) <sup>4</sup>	Ensayo controlado	N=100 Incisivo central superior y canino superior	Guías convencionales	Examinar la selección visual del color bajo 3 tipos de luz diferentes (natural, luz del sillón y luz correctora del color)	La selección visual es un método subjetivo que depende de las condiciones de iluminación, los dispositivos de corrección de luz son útiles para elegir el color de los dientes protésicos. Por otro lado, la guía Vita Classical demostró compatibilidad superior en la selección de colores en comparación con el sistema 3D Master

Chitrarsu et al. (2017) <sup>5</sup>	Estudio prospectivo y observacional con muestra aleatorizada	N = 100 Incisivo central superior	Guías convencionales y espectrofotómetro	Evaluar la capacidad de selección del color usando distintos métodos bajo diferentes fuentes de luz (luz del día, luz incandescente, LED y LED filtrada)	El uso de espectrofotómetros supone coincidencias significativamente mejores en comparación con la selección visual bajo cualquier fuente de luz. Por otro lado, la selección visual era más acertada con luz incandescente que con LED o LED filtrada
Jorquera et al. (2020) <sup>6</sup>	Ensayo controlado	N= 45 Diente sano	Guías convencionales, cámara digital con filtro de luz polarizada, smartphone con dispositivo de corrección de luz	Comparar la elección el color mediante 3 métodos durante la fabricación de coronas de cerámicas	La selección visual fue la menos exacta, a pesar de obtener valores aceptables de diferencia de color entre el diente y la cerámica. Sin embargo, con el filtro de polarización cruzada se estandarizan los colores facilitando la selección y haciendo que esta sea bastante precisa
Czigola et al. (2021) <sup>7</sup>	Estudio in vivo	N=10 Estudiantes de odontología	Guías convencionales, escáner intraoral y espectrofotómetro	Evaluar la de selección del color del escáner y compararla con la determinación visual y el espectrofotómetro	La determinación del color de los dientes con el escáner fue la más repetible. Por lo que se puede usar como método alternativo de selección del color, pero es conveniente verificar la medición visualmente

Sirintawat et al (2021) <sup>8</sup>	Estudio in vitro	N=30 Incisivo central superior	Cámara (2 tipos de flashes) con filtro de luz polarizada, smartphone con luz polarizada, escáner y espectrofotómetro	Investigar y comparar la precisión y confiabilidad de la selección de tonos con diferentes métodos	La cámara con flash anular y de filtro de luz polarizada tuvo la selección menos precisa comparándola con los tonos del fabricante, mientras que el escáner fue el que tuvo los valores más parecidos. Por lo tanto, seleccionar el color mediante la combinación de varias técnicas es lo más preciso
Gómez-Polo et al. (2022) <sup>9</sup>	Ensayo controlado	N= 1361 Incisivo central superior sano y sin tratamientos	Guías convencionales y espectrofotometría	Estudiar si la guía 3D Master es válida y representativa del color del diente natural y valorar las diferencias de color de los “tonos intermedios”	Un porcentaje pequeño de la muestra presentó un color de diente natural que perteneciese a la guía 3D Máster y que tuviera pestaña física. Además, la gran mayoría de las diferencias de color en los “tonos intermedios” eran clínicamente inaceptable
Bratner et al. (2020) <sup>10</sup>	Estudio prospectivo	N= 76 Estudiantes de odontología	Guías convencionales	Investigar la idoneidad de dos guías de colores diferentes	No se detectó ninguna diferencia significativa en la selección del color sujeto a las guías de colores. Aunque, 3D Máster demuestra superioridad debido a una mejor distribución de los tonos dentro del espacio de color

Feijó Liberato et al. (2019) <sup>11</sup>	Ensayo controlado	N= 28 Incisivo central superior	Guías convencionales (con y sin dispositivos de corrección de luz), espectrofotómetro y escáner intraoral	Evaluar la fiabilidad del método visual, del espectrofotómetro y el escáner intraoral para seleccionar el color dental	Los métodos instrumentales para seleccionar el color de los dientes fueron más fiables que el método visual, aunque la guía 3D Máster es más precisa que la Vita Classical. Además, usando un dispositivo para corregir la luz asociado con la elección visual proporciona una mejora en la elección del color
Mahn et al. (2021) <sup>12</sup>	Estudio transversal	N= 60 Incisivo central superior	Guías convencionales, cámara con de polarización cruzada y espectrofotómetro	Comparar el registro del color y la correspondencia de las guías con el diente natural mediante 3 métodos diferentes	La cámara con filtro de luz escoge un tono estadísticamente similar al espectrofotómetro siendo una selección del color aceptable, mientras que el método visual tuvo muchas diferencias con los otros métodos
Yılmaz et al. (2019) <sup>13</sup>	Ensayo controlado	N=5 Incisivo central superior	Guías convencionales, escáner intraoral y espectrofotómetro	Evaluar el efecto de la experiencia profesional y las condiciones de iluminación en la selección visual y comparar los resultados con la selección de métodos instrumentales	Los resultados de las mediciones visuales del color no se vieron afectados por las condiciones de iluminación o la experiencia profesional. Sin embargo, el escáner puede ser una alternativa para medir el color en lugar de la selección visual o espectrofotómetro

Klotz et al. (2018) <sup>14</sup>	Estudio in vitro e in vivo	N= 15 Dientes sanos	Espectrofotómetro	Evaluar y comparar la repetibilidad y la confiabilidad entre examinadores y entre distintos espectrofotómetros en condiciones clínicas y de laboratorio	Dentro de las limitaciones de este estudio, ambos espectrofotómetros permiten mediciones fiables del color tanto en mediciones clínicas como de laboratorio. Las clasificaciones visuales de los observadores reflejan una buena concordancia de las mediciones espectrofotométricas
Hardan et al. (2021) <sup>15</sup>	Revisión sistemática y metaanálisis	N=13 Estudios	Espectrofotometría, fotografía digital y guías convencionales	Revisar la literatura para comparar la precisión y la coincidencia de colores entre diferentes métodos de selección del color	El uso de la fotografía digital y las mediciones espectrofotométricas condujo a menores diferencias de color y menos tonos incorrectos que los métodos convencionales que usan pestañas de colores
Revilla-León et al. (2020) <sup>16</sup>	Ensayo controlado	N=1 Paciente sano (usaron 3 dientes)	Escáner intraoral y espectrofotómetro	Comparar las habilidades de selección del color entre dos métodos instrumentales bajo diferentes condiciones de iluminación	Las condiciones de luz influyen en la selección del color del escáner, por eso el espectrofotómetro presenta más confiabilidad. Aunque, la investigación sugiere la necesidad de combinar los métodos instrumentales con la selección visual
Ebeid et al. (2020) <sup>17</sup>	Ensayo controlado	N = 10	Escáner intraoral y espectrofotómetros	Evaluar la precisión y repetibilidad de	Los dispositivos evaluados mostraron menor precisión y repetibilidad que la esperada en la

		Restauraciones cerámicas		diferentes escáneres intraorales en la determinación del color en comparación con un espectrofotómetro	medición de diferentes tonos dentales. Por lo tanto, se debe tener precaución al usar la determinación del tono de manera instrumental, que debería ir acompañada de una evaluación visual
Villavicencio-Espinoza et al. (2018) <sup>18</sup>	Caso clínico	N=1 incisivo central superior	Fotografía digital con filtro de luz polarizada	Describir el uso de la fotografía digital con filtro de luz polarizada para elegir el color del composite para restaurar un diente decolorado	La evaluación de las características de matiz, croma y valor del color que se encuentran en la dentición natural usando un filtro de polarización cruzada puede ayudar a lograr resultados más predecibles durante la técnica de estratificación con resina compuesta
Igiel et al. (2017) <sup>20</sup>	Ensayo controlado	N= 40 Observadores	Guías convencionales, escáner y espectrofotómetro	Evaluar la confiabilidad de la selección visual e instrumental comparando la elección entre evaluadores	Los resultados de la coincidencia visual de colores exhibieron un nivel alto-moderado de inconsistencia para las comparaciones entre evaluadores. El espectrofotómetro mostró más confiabilidad en comparación con la selección visual de colores

Tabla 1. Análisis de los resultados de los artículos revisados

## DISCUSIÓN

### 1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

#### 1.1. Métodos visuales:

La gran mayoría de autores coinciden en que la selección con guías de colores es un método subjetivo que se altera en función de distintos factores.<sup>4,5</sup> Entre ellos, uno de los más impactantes es la iluminación, como se comenta en el estudio de Śmielecka et al. (2020)<sup>4</sup> por ser un parámetro muy variable. Además, cuando la luz cambia, la reflexión de esta en el objeto también lo hace, por lo que el reflejo que llega al ojo humano y la percepción del color es diferente cuando la luz se modifica.<sup>5</sup> Sin embargo, a pesar de coincidir en que las condiciones de iluminación sí influyen al elegir el color dental, no fue un factor que afectara a los resultados de Yilmaz et al. (2019)<sup>13</sup> porque en su estudio, la temperatura de luz ambiental y la luz clínica fueron similares en todo momento.

Realmente, conseguir unas condiciones de iluminación óptimas es complicado en la práctica diaria puesto que existen muchos tipos de luz en el gabinete:<sup>4</sup> la luz natural, la luz del sillón (LED) y la luz incandescente. Según el estudio de Chitrarsu et al. (2019)<sup>5</sup> la selección más acertada será con la incandescente por tener valores constantes, mientras que la luz natural cambia según el momento en que se haga la selección. Por otro lado, Śmielecka et al. (2020)<sup>4</sup> reconoce que los dentistas suelen elegir los dientes más brillantes cuando se usa la luz del sillón.

Igualmente, la variabilidad en la iluminación puede reducirse mediante dispositivos de corrección del color porque emiten luz blanca que simula una temperatura de 65000 K siendo la condición idónea, lo cual permite obtener resultados más predecibles.<sup>4,11</sup>

A pesar de que Chitrarsu et al. (2019)<sup>5</sup> y Śmielecka et al. (2020)<sup>4</sup> coinciden en que los factores relacionados con el observador y la experiencia sí son determinantes en la selección, Igiel et al. (2017)<sup>20</sup> afirma que no hay consenso sobre si es un factor influyente o no. Lo que sí está claro es que la percepción humana del color resulta de una interacción compleja de procesos psicológicos que está muy influenciada por diferentes parámetros. De una forma u otra, la experiencia del operador es importante y cuanto más se entrena, mejor se selecciona el color y más acertados son los resultados.<sup>13</sup> Por eso, los dentistas y protésicos eligen mejor el color que los pacientes y son capaces de percibir mejor las diferencias entre el diente y la restauración.<sup>10</sup>

Por último, la fatiga ocular también puede ser un punto importante en la falta de coincidencia en la elección del tono dental mediante el método visual.<sup>4,5,11</sup>

## - GUÍAS CONVENCIONALES

A pesar de que existen distintas guías de color actualmente en el mercado, realmente no hay consenso sobre cuál es la más exacta, ya que hay poca coincidencia entre los autores estudiados.

Mientras que Igiel et al. (2017)<sup>20</sup> y Śmielecka et al. (2020)<sup>4</sup> están de acuerdo en la superioridad de la Vita Classical, Feijó Liberato et al. (2019)<sup>11</sup>, Bratner et al. (2020)<sup>10</sup> y Yılmaz et al. (2019)<sup>13</sup> determinan que la 3D Master es mucho más adecuada y precisa.

Igiel et al. (2017)<sup>20</sup> justifica su afirmación basándose en la cantidad y distribución de las pestañas en las guías. Es cierto que la disposición en la Vita Classical es empírica mientras que la 3D Master está basada en la evidencia, pero cuando se mezclan las pestañas, ya no se puede hacer la selección del color de manera ordenada (valor, croma y matiz), haciendo que, al no tener una disposición estructurada, la guía 3D Máster es más complicada de utilizar.

Precisamente en el gran número de pestañas y su distribución lógica y ordenada de los tonos en el espacio de color en la guía 3D Master se encuentra la mejora en la objetividad al seleccionar el tono mediante el método convencional.<sup>10,13</sup> Sin embargo, solo un pequeño porcentaje de la población está representada en esas pestañas, lo cual hace que haya que recurrir a los “tonos intermedios” que no tienen solapa física. Usando un espectrofotómetro podemos medir muy acertadamente qué tono intermedio es correcto, pero conseguir esa fiabilidad mediante el ojo humano es casi imposible, lo que supone que sea una guía poco precisa y reproducible.<sup>9</sup>

A pesar de todo, los resultados son similares con ambas guías, ya que hay otros factores mucho más influyentes en la selección como se ha comentado anteriormente.<sup>4,10</sup>

### 1.2. Métodos instrumentales:

La gran mayoría de los autores coinciden en que los métodos instrumentales son mucho más precisos que las guías convencionales a la hora de seleccionar el color.<sup>1,11,15,20</sup> Esto se debe fundamentalmente a que los dispositivos instrumentales permiten controlar la luz generando unas condiciones relativamente ideales para que la selección del color sea más o menos constante ante cualquier situación ambiental.<sup>5,11</sup>

Además, Feijó Liberato et al. (2019)<sup>11</sup> y Hardan et al. (2021)<sup>15</sup> están de acuerdo en que gracias a ellos, la comunicación del dentista con el paciente y con el laboratorio es más fluida.

Aunque, entre su principal desventaja se encuentra el alto coste de los mismos, por lo que no son muy habituales en clínica.<sup>11</sup>

## - ESPECTROFOTÓMETRO

Cabe destacar que el espectrofotómetro ha sido con diferencia el método más preciso para escoger el color, ya que tanto en los estudios que lo comparan con la selección visual<sup>5,16,20</sup> como en los que lo hacen con otro método instrumental<sup>1,17</sup> ha sido el que mejores resultados ha obtenido.<sup>12,14</sup> El motivo se encuentra en la poca influencia que tiene la luz sobre sus mediciones, por lo que las condiciones ambientales siempre serán muy favorables.<sup>1,5,13,14,16,17</sup> No obstante, hay factores que sí tienen relevancia a la hora de tomar la medida; entre ellas encontramos superficie dental (magnitud medida, convexidad e irregularidades de la pieza), posicionamiento y angulación de la sonda, hidratación dental y guía de color que configure el espectrofotómetro.

El espectrofotómetro será más fiable cuanto más plana sea la superficie que mida. Sin embargo, el diente es convexo, por lo que es complejo colocar la punta del espectrofotómetro en toda la superficie dental, capturando solo el 25% de la luz reflejada.<sup>9,12</sup> Por eso, el que mide de manera puntual es más eficaz según el estudio de Igiel et al. (2017)<sup>20</sup> porque la luz del espectrofotómetro ilumina un área pequeña para que solo se refleje la luz del objeto en cuestión y permita eliminar las interferencias del ambiente. Con esta afirmación discrepan Tabatabaian et al (2021)<sup>1</sup>, ya que para ellos el espectrofotómetro que mide toda la superficie dental es mucho más eficiente porque el diente tiene tonos desiguales, estructuras diferentes a lo largo de la superficie... que cambian la reflexión de la luz y que se pierden si solo se mide una zona puntual del diente.

También hay desacuerdo sobre la guía de color que debemos usar. Para Tabatabaian et al. (2021)<sup>1</sup>, la mejor es la 3D Máster, mientras que para Feijó Liberato et al. (2019)<sup>11</sup> es la Vita Classical.

Lo que sí está claro es que la angulación y el posicionamiento de la punta es fundamental para que el resultado de la medida sea adecuado, fiable y repetible.<sup>9,12,20</sup> Esta debe estar a unos 90° de la superficie del diente porque cuando la angulación es menor, el haz de luz se dispersa y pierde los borde generando un color impreciso.<sup>16</sup>

## - ESCÁNER INTRAORAL

El escáner puede ser una opción para la toma del color por ser un método instrumental repetible con resultados comparables al espectrofotómetro.<sup>7,13</sup> Sin embargo, en el estudio de Yoon et al. (2016)<sup>21</sup>, coincidiendo con Tabatabaian et al.(2021)<sup>1</sup> se determina que no debe usarse como primera alternativa porque es un sistema que aunque preciso, no tan exacto para escoger el tono.

Esta afirmación se debe a varias causas, en primer lugar, la necesidad de avances en la adquisición de imágenes de color y el procesamiento de datos, ya que en muchas ocasiones las guías con las que cuenta el software del escáner pueden no reconocer el color real que tiene el diente porque no tiene representación, perdiendo cierta información del color que es imposible de medir y registrar.<sup>1,21</sup> Por eso, es vital la guía con la que esté configurado el escáner; se encuentran coincidencias entre autores; según Czigola et al. (2021)<sup>7</sup> y Feijó Liberato et al. (2019)<sup>11</sup> la que presenta resultados más consistentes y la que menos modificaciones tiene al realizar la prótesis es la 3D Master, a pesar que la Vita Classical es la más usada.

Por otro lado, tampoco hay un método de escaneado que reduzca las variables que afectan a la toma de color, entre las que se encuentran: el ángulo y la distancia de escaneo, el color del tejido circundante, la experiencia del operador o la sobrescritura de datos por el escaneo redundante.<sup>1,21</sup> Aunque, sin duda, una de las condiciones más influyentes es la luz.<sup>1,16,21</sup> De hecho, según Revilla-León et al. (2021)<sup>16</sup> el mejor escaneo tiene lugar cuando usamos luz ambiental. También debemos tener en cuenta tanto la humedad del diente como la superficie medida. En el segundo caso, ocurre parecido al espectrofotómetro, se puede tomar el color teniendo en cuenta toda la superficie, con lo que se obtendrá un mapa detallado y un color promedio (que tendrá más imprecisión cuanto más superficie sea medida) o se puede tomar el tono de manera puntual, lo cual tiene desventajas porque habrá partes del diente que no se tengan en cuenta generando errores absolutos.<sup>1,21</sup>

Además, los escáneres suelen detectar tonos más claros en comparación con el método convencional o el espectrofotómetro, debido a su fuente de luz no polarizada.<sup>1</sup>

#### - LUZ POLARIZADA

El filtro de luz polarizada es responsable de una mayor precisión para elegir el tono dental porque aparte de facilitar la selección, elimina o reduce los reflejos especulares del esmalte que pueden alterar la imagen y producir un análisis defectuoso.<sup>1,6,18</sup> Incluso, puede mejorar la evaluación del brillo si se toman las imágenes con una escala de grises debido a que elimina tanto las condiciones de luz ambiental como del equipo fotográfico.<sup>8,15,18</sup>

Sin embargo, según el estudio de Sirintawat et al (2021)<sup>8</sup>, la cámara digital con filtro de luz polarizada tuvo la selección menos precisa si se comparaba con los tonos del fabricante, mientras que el escáner intraoral tuvo los valores más parecidos.

Aun así, una de las grandes ventajas de este método es que no solo es compatible para cámaras digitales, sino que también se puede usar en móviles, lo cual hace que sea una manera útil, sencilla y barata de comunicación y registro del color.<sup>15</sup> Además, a partir de una imagen digital se puede capturar no solo el color, sino también la anatomía dental, la superficie, la translucidez y los detalles del tejido circundante, que aporta una situación global de la boca del paciente y una comunicación más eficiente con el laboratorio.<sup>12,15</sup>

Igualmente, hay factores que también influyen en la selección con este método, como, por ejemplo, la deshidratación del diente. De manera, que las fotos deben tomarse lo más rápido posible.<sup>18</sup> Pero, tampoco es conveniente que haya mucha humedad al tomar la imagen, porque la saliva se distribuye de manera desigual por la superficie dental, causando diferentes deslumbramientos y reflexiones de la luz en la imagen.<sup>15</sup>

Por otro lado, los resultados son más favorables si se coloca una pestaña de color seleccionada mediante el método visual y posteriormente se realiza la toma de imágenes con el filtro de luz polarizada.<sup>1</sup>

## 2. IMPLICACIONES CLÍNICAS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Podemos encontrar mucha diversidad en la literatura que comparen los métodos visuales con los instrumentales en los que se consiguen mejores resultados con los espectrofotómetros que con las guías visuales. Sin embargo, hay pocos estudios sobre la eficacia de los escáneres intraorales para seleccionar el color dental.<sup>11</sup> Además, las revisiones en la literatura han mostrado resultados diferentes en cuanto a la correlación entre espectrofotómetros y escáneres intraorales.<sup>7</sup>

Al final el método convencional es muy accesible y usado en clínica, pero no es conveniente usarlo de manera exclusiva ya que no es tan preciso puesto que el ojo humano tiene limitaciones.<sup>13</sup> Por otro lado, es cierto que se consigue un buen resultado con los métodos instrumentales; en cambio no son tan asequibles para la clínica y necesitan cierta curva de aprendizaje. Además, en alguno de los estudios tampoco mostraron la precisión y repetibilidad que se esperaba. Por lo tanto, se debe tener precaución al determinar únicamente el tono de manera instrumental.<sup>17</sup>

Debido a la falta de consenso entre los estudios que comparan la selección visual con la instrumental, lo más exacto y recomendable es la combinación de métodos. Siendo lo mejor el uso de un método digital, comprobado siempre mediante la técnica convencional,<sup>1,7,8,13-17</sup> sin

olvidar que el criterio más importante para el éxito en la determinación del color es la aceptación del tono seleccionado tanto por el dentista como por el paciente.<sup>14</sup>

### 3. LIMITACIONES DE LA REVISION Y RECOMENDACIÓN PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

A pesar de la aparición de mejoras en la selección del color dental, sigue siendo una de las partes más complejas en las restauraciones. Y, aunque se han hecho infinidad de estudios para evaluar los diferentes dispositivos y sistemas de medición del color, no se han obtenido resultados definidos sobre qué dispositivo es más eficaz o que factores y condiciones ambientales intervienen en la exactitud y precisión de estos comparándolos entre sí considerando los datos cuantitativos extraídos de la literatura actual.<sup>1</sup>

Una de las limitaciones más implicadas en la aparición de sesgos es la muestra reducida en la que parte de la población no quedaba representada. La gran mayoría de los estudios tenía dientes jóvenes, sanos y sin ningún tipo de decoloración o tratamiento realizado en ellos. Esto no es modelo para todos los casos, puesto que los dientes maduros presentan una coloración más amarillenta y oscura.<sup>12,13,16,17</sup>

También hay muchos factores que no se han tenido en cuenta en las investigaciones, como por ejemplo, el tiempo para seleccionar el color; puesto a que cuanto más tiempo se tarde en determinar el tono, más influyente será la fatiga ocular.<sup>11,13</sup> Además, replicar las condiciones ambientales es complicado porque hay mucha variación y no pueden analizarse todas ellas.<sup>14</sup> Por último, tampoco había una manera estándar de usar los métodos que se hiciera de la misma manera en todos ensayos.<sup>11,16</sup>

Encima, tampoco existe ningún método considerado como gold estándar en el que los resultados sean infalibles con el que poder comparar el resto de procedimientos estudiados.<sup>21</sup>

Todo esto hace que sean necesarios más estudios,<sup>21</sup> tanto para comprender completamente el efecto de las condiciones de iluminación ambiental en la selección del color dental,<sup>16</sup> como para abordar las debilidades de los dispositivos digitales y poder reemplazar totalmente al método convencional.<sup>1</sup>

## CONCLUSIONES

1. Se han encontrado varios métodos empleados actualmente para seleccionar el tono en las restauraciones dentales, aunque estos se ven influido por infinidad de factores en muchas ocasiones inevitables
2. La selección con guías convencionales es el sistema más utilizado en la práctica diaria, pero los métodos instrumentales son mucho más objetivos para escoger el color. Dentro de estos últimos el espectrofotómetro parece ser el más preciso de todos, aunque los otros procedimientos tienen resultados similares.
3. Todos los métodos revisados presentan eficacia, especialmente cuando se utilizan de manera combinada. Sin embargo, dada la evidencia limitada que se encuentra en algunos artículos, se requieren más estudios con una metodología más cuidada.

## BIBLIOGRAFÍA

1. 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. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(8):1084–104.
2. Lee Y-K. Correlation between three color coordinates of human teeth. *J Biomed Opt.* 2014;19(11):115006.
3. Pizzamiiglio, E MD D. A color selection technique. *Fixed Prosthodont Oper Dent.* 1931;(2).
4. Śmielecka M, Dorocka-Bobkowska B. Effects of different light sources on tooth shade selection. *Dent Med Probl.* 2020;57(1):61–6.
5. Chitrarsu VK, Chidambaranathan AS, Balasubramaniam M. Analysis of Shade Matching in Natural Dentitions Using Intraoral Digital Spectrophotometer in LED and Filtered LED Light Sources. *J Prosthodont.* 2019;28(1):e68–73.
6. Jorquera GJ, Atria PJ, Galán M, Feureisen J, Imbarak M, Kernitsky J, et al. A comparison of ceramic crown color difference between different shade selection methods: Visual, digital camera, and smartphone. *J Prosthet Dent.* 2022;128(4):784–92.
7. Czigola A, Róth I, Vitai V, Fehér D, Hermann P, Borbély J. Comparing the effectiveness of shade measurement by intraoral scanner, digital spectrophotometer, and visual shade assessment. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(8):1166–74.
8. Sirintawat N, Leelaratrungruang T, Poovarodom P, Kiattavorncharoen S, Amornsettachai P. The accuracy and reliability of tooth shade selection using different instrumental techniques: An in vitro study. *Sensors.* 2021;21(22).
9. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, López NQ, Muñoz MP, Montero J. 3D Master Toothguide Is Adequate to Subjective Shade Selection? *Med.* 2022;58(3):1–10.
10. Bratner S, Hannak W, Boening K, Klinker T. Color determination with no-match-templates using two different tooth color scales—An in vitro evaluation. *J Esthet Restor Dent.* 2020;32(6):593–600.
11. Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, de Almeida CC, Pimentel W, Tiozzi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical

- study. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2019;121(2):271–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.05.004>
12. Mahn E, Tortora SC, Olate B, Cacciuttolo F, Kernitsky J, Jorquera G. Comparison of visual analog shade matching, a digital visual method with a cross-polarized light filter, and a spectrophotometer for dental color matching. *J Prosthet Dent*. 2021;125(3):511–6.
  13. Yılmaz B, Irmak Ö, Yaman BC. Outcomes of visual tooth shade selection performed by operators with different experience. *J Esthet Restor Dent*. 2019;31(5):500–7.
  14. Klotz AL, Habibi Y, Corcodel N, Rammelsberg P, Hassel AJ, Zenthöfer A. Laboratory and clinical reliability of two spectrophotometers. *J Esthet Restor Dent*. 2022;34(2):369–73.
  15. Hardan L, Bourgi R, Cuevas-Suárez CE, Lukomska-Szymanska M, Monjarás-ávila AJ, Zarow M, et al. Novel Trends in Dental Color Match Using Different Shade Selection Methods: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Materials (Basel)*. 2022;15(2):1–14.
  16. Revilla-León M, Methani MM, Özcan M. Impact of the ambient light illuminance conditions on the shade matching capabilities of an intraoral scanner. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(6):906–12.
  17. Ebeid K, Sabet A, Della Bona A. Accuracy and repeatability of different intraoral scanners on shade determination. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(6):844–8.
  18. Villavicencio-Espinoza CA, Narimatsu MH, Furuse AY. Using cross-polarized photography as a guide for selecting resin composite shade. *Oper Dent*. 2018;43(2):113–20.
  19. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Altman D, Antes G, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6(7).
  20. Igiel C, Lehmann KM, Ghinea R, Weyhrauch M, Hangx Y, Scheller H, et al. Reliability of visual and instrumental color matching. *J Esthet Restor Dent*. 2017;29(5):303–8.
  21. Yoon H, Bae J, Park J, Chun Y, Kim M, Kim M. A Study on Possibility of Clinical Application for Color Measurements of Shade Guides Using an Intraoral Digital Scanner. *Am Coll Prosthodont*. 2016;1–6.

