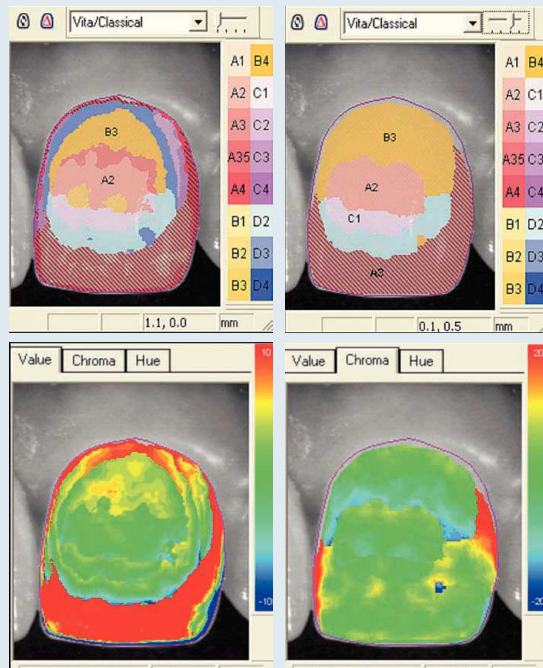


# CIENCIA

## APLICACIÓN DE COLOR



### [Resumen]

El objetivo de la investigación fue determinar si las coronas frontales se ajustan mejor a los dientes adyacentes con un sistema de aplicación de color asistido por ordenador que con una receta convencional de color e imágenes de diapositivas clínicas (método de control). Cinco pacientes debían ser tratados con una corona en la zona de los incisivos centrales superiores. En todos los casos se fabricaron 2 coronas metalocerámicas, una según el método de estudio y otra según el método de control. El orden de los métodos se eligió según el principio de contingencia y se anotó la duración del tratamiento correspondiente. Cada una de las coronas se probó en un ensayo a doble ciego y a continuación se analizó la igualdad del color con los dientes adyacentes.

### Palabras clave

Ordenador. Aplicación de color. Cerámica. Estudio clínico. Coronas. ShadeScan.

(Quintessenz Zahntech. 2007;33(6):696-706)

## Estudio piloto para determinar la eficacia de un sistema asistido por ordenador de aplicación de color para coronas metalocerámicas en la región frontal

**Ariel J. Raigrodski, Gerard J. Chiche, Hitoshi Aoshima y Charles F. Spiekerman**

La determinación del color para las coronas simples en la zona de los incisivos centrales superiores es una de las tareas más delicadas de la odontología estética. El procedimiento convencional es una mezcla de ciencia, arte y experiencia. Igualmente, variables como el metamerismo, las condiciones lumínicas, la iluminación (luz diurna o lámparas de neón), las variaciones relativas a la persona y la caracterización individual de los dientes juegan un papel importante. Todos estos factores hacen que la aplicación de color y la caracterización de la futura corona sea una obra incalculable<sup>11,12,25</sup>.

### Introducción

Las complicaciones y soluciones en relación con la iluminación, la elección del color y los metamerismos se han discutido ampliamente en la literatura<sup>14-16,21,22,25</sup>. Al elegir el color la dificultad radica en la precisión, capacidad de cálculo y constancia de los resultados<sup>3,4</sup>. Desde el punto de vista clínico, en la elección de color hay que tener en cuenta diferentes aspectos: en primer lugar, el tiempo necesario frecuentemente es mayor, sin garantía de éxito para el tratamiento. En segundo lugar, las coronas deben reproducirse a menudo repetidas veces hasta que el paciente queda satisfecho con el resultado. Esto sucede especialmente con las coronas simples de la zona anterosuperior. En tercer lugar, existen actualmente nuevos sistemas avanzados, y por último, los pacientes exigen cada vez más una prótesis estética.

Con el paso de los años se han desarrollado numerosas paletas de colores con dientes de muestra prefabricados. El objetivo consistía siempre en mejorar la elección del color para diferentes tipos de cerámica y comunicar el color entre el odontólogo y el ceramista<sup>1,2,20,23,26</sup>. Sin embargo, las perspectivas de éxito con estos dientes de muestra dependen en gran medida de las condiciones lumínicas y la caracterización dental, pero también de la evaluación subjetiva y la competencia del odontólogo. Por otro lado se observó que los odontólogos valoraban de diferentes maneras la adaptación de color de un mismo diente y tras unos días no podían reproducir el color que ellos mismos habían elegido<sup>5,9</sup>. Cuando los pacientes quieren tratamientos estéticos que no son obligatoriamente necesarios, hay que tener en cuenta que entre la prótesis y los dientes naturales se ven muy claramente posibles diferencias de color. Por este motivo existe la necesidad de un instrumento de medición que valore y comunique de forma objetiva el color deseado al laboratorio dental<sup>10,29</sup>.

El sistema ShadeScan (Cynovad, Montreal, Québec, Canadá), introducido recientemente, utiliza la tecnología de la visión artificial. Si de este modo las mediciones de color son menos subjetivas, ello debería permitir resultados más consecuentes y fiables en la aplicación de color<sup>19</sup>. ShadeScan muestra una imagen digital del diente que incluye la topografía de color, el tono, la transparencia, la saturación y las muestras de translucidez. Para una comunicación del color más eficaz, las topografías de color se comunican mediante impresión de color, soporte de datos o correo electrónico a un ceramista que trabaja con este sistema. El diente se fotografía con una cámara de vídeo CCD (figs. 1a y 1b).

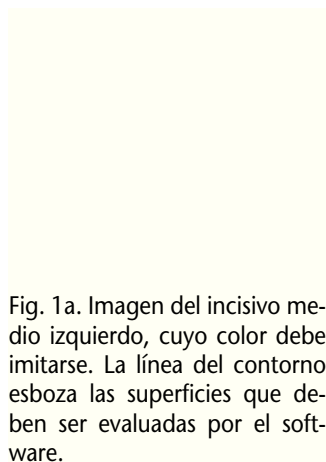


Fig. 1a. Imagen del incisivo medio izquierdo, cuyo color debe imitarse. La línea del contorno esboza las superficies que deben ser evaluadas por el software.

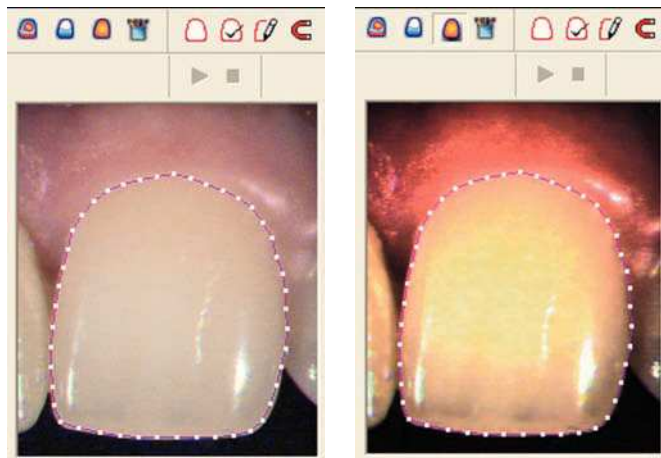


Fig. 1b. Mediante la ampliación de la imagen se realizan los detalles. Se manifiestan caracterizaciones como fisuras de capilares, mamelones y lugares con poca calcificación.

# CIENCIA

## APLICACIÓN DE COLOR

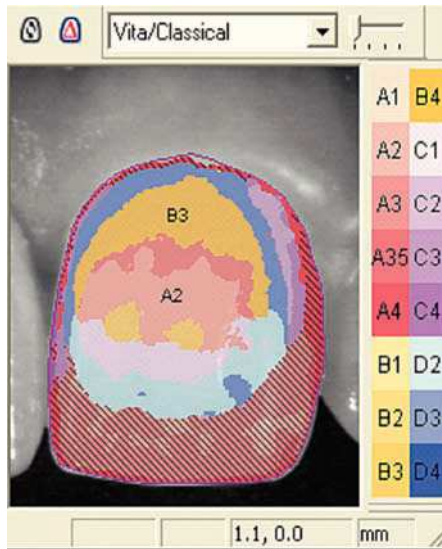


Fig. 2a. Topografía cromática escalonada con precisión. La topografía escanea con detalle el aspecto óptico del diente según la norma de la paleta de colores elegida. Las sombras del esmalte se muestran sombreadas.

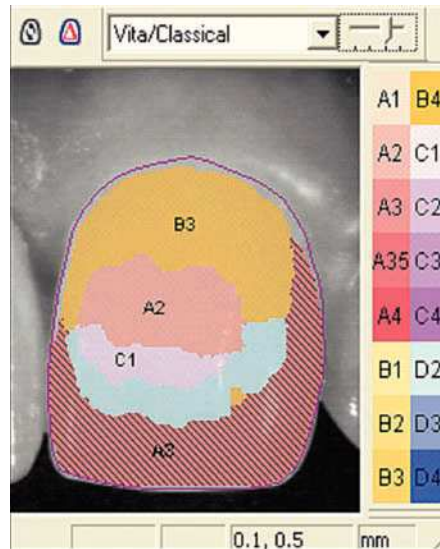


Fig. 2b. Una topografía cromática escalonada a grandes rasgos. La topografía escanea a baja resolución el aspecto óptico del diente según la norma de la paleta de colores elegida.

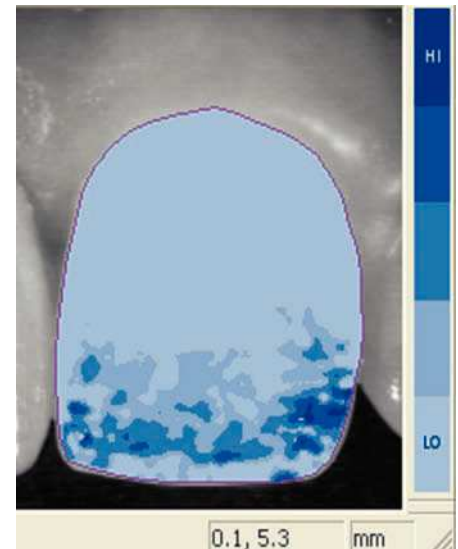


Fig. 3. Una topografía de translucidez. También se escanean las zonas translúcidas y opacas.

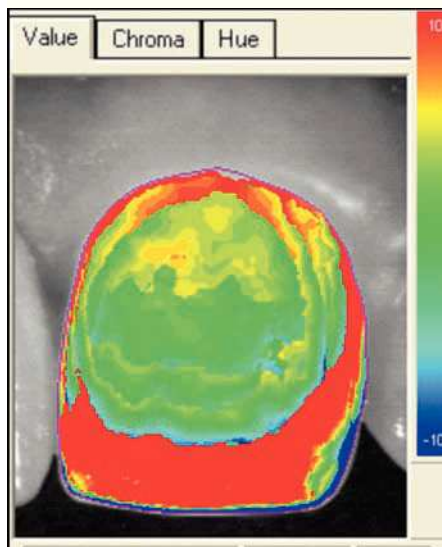


Fig. 4a. Una topografía de claridad. Aquí se muestra la diferencia de claridad entre la imagen del diente y los dientes de muestra en la topografía de color.

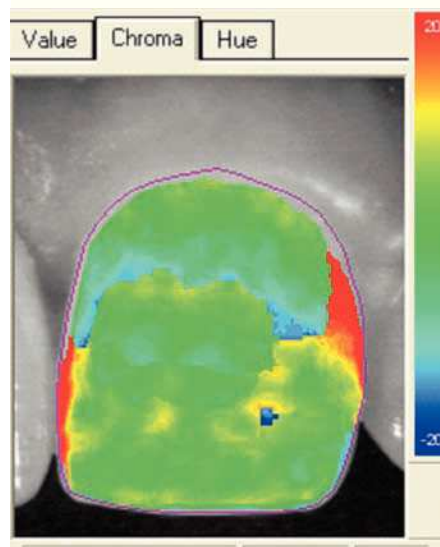


Fig. 4b. Una topografía de saturación. Aquí se muestra la diferencia de saturación entre la imagen del diente y los dientes de muestra de la topografía de color.

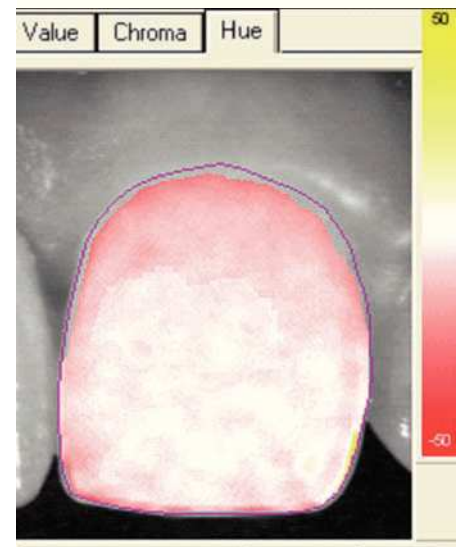


Fig. 4c. Una topografía de tonalidad. Aquí se muestra la diferencia de tono entre la imagen del diente y los dientes de muestra de la topografía de color.

Esta imagen es escaneada por el software ShadeScan en una topografía de color y se pueden obtener otras resoluciones (figs. 2a y 2b).

La translucidez (fig. 3), el tono cromático, la claridad y la saturación también se escanean. A partir de esta base el ceramista puede describir el color del diente (figs. 4a a 4c).



Durante la captura de la imagen se ilumina uniformemente toda la superficie dental con luz fría en un proceso asistido por ordenador. La topografía de color se puede crear a partir de diferentes paletas de colores. Vita Lumin (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen), Vitapan 3D-Master (Vita Zahnfabrik), Chromascope (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Vintage Halo (Shofu, Ratingen) o EsthetX (Dentsply, Constanza) son diferentes posibilidades.

El presente estudio piloto investigó la tesis de que las coronas metalocerámicas creadas con ShadeScan se pueden adaptar igual de bien a los dientes adyacentes de la zona frontal que las coronas metalocerámicas con color creado de manera subjetiva, siguiendo el método convencional (con una paleta de colores, una receta de color y diapositivas clínicas). Adicionalmente, a partir de los resultados se calculó el tamaño necesario de las muestras para un estudio clínico prospectivo con un 80% de selectividad y un nivel de significación de 0,05. También se anotó el tiempo empleado con ambos métodos para determinar si la aplicación de color se puede efectuar de manera más eficiente y rápida desde el punto de vista clínico con el sistema ShadeScan que con el método convencional.

### Material y métodos

Cinco pacientes de las clínicas dentales de los autores (Louisiana State University School of Dentistry Faculty Dental Practice y Graduate Prosthodontics Clinic) participaron en el estudio. Todos necesitaban una corona dentosoportada o implantosoportada en la zona de los incisivos centrales superiores. El segundo incisivo central estaba intacto en cada caso. Todos los pacientes presentaban una buena higiene y un periodoncio sano. Los embarazos existentes o planeados fueron un criterio de exclusión, puesto que se descartó el tratamiento facultativo en el primer y el tercer trimestre gestacional<sup>13</sup>. Todos los pacientes que según los criterios explicados fueron admitidos en el estudio firmaron un consentimiento informado (aprobado por la comisión ética del Louisiana State University Health Sciences Center). El estudio se efectuó como ensayo cruzado a doble ciego. Los dientes se prepararon de forma convencional para una corona metalocerámica con bordes de tope cerámicos (360°) y límites escalonados redondeados (figs. 5 a 7). Las impresiones definitivas se realizaron con polivinilsiloxano (Aquasil, Dentsply). A continuación se incorporaron las coronas provisionales. Se fabricaron dos modelos maestros con el método tradicional.



Fig. 5. Situación inicial facial con una corona metalocerámica que necesita ser sustituida. Se observa la inflamación de los tejidos blandos y el color inadecuado.



Fig. 6. Un muñón natural después de retirar la corona.



Fig. 7. La preparación se refinó con un límite escalonado redondeado. Se observa el buen estado de la encía.

# CIENCIA

## APLICACIÓN DE COLOR



Fig. 8a. Aplicación de color convencional con dientes de muestra del tipo Vita Lumin.

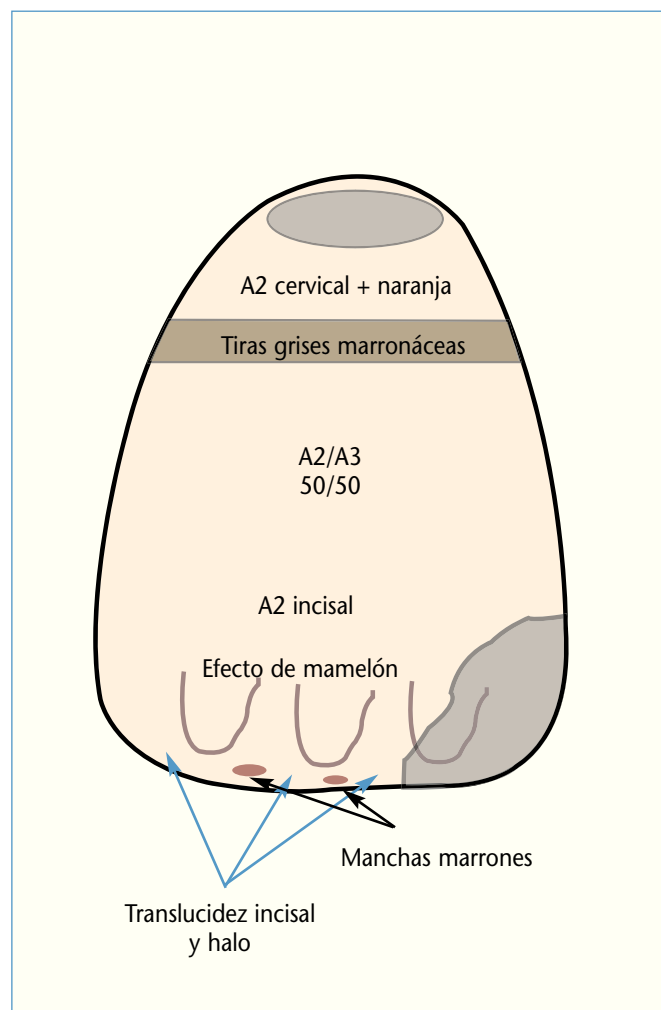


Fig. 8b. En un esquema que servirá como receta se indican el color del diente y las caracterizaciones al ceramista.

Se planificaron sólo dos visitas para elegir el color. El método para elegir el color (método de estudio y método de control) se escogió según el principio de contingencia. Se utilizaron los siguientes métodos para elegir el color:

- Método de estudio: en este caso se elegía el color del diente con el sistema Shade-Scan.
- Método de control: dos investigadores elegían el color del diente y éste se comunicaba de forma tradicional al ceramista mediante la receta de color (con dientes de muestra del tipo Vilumin y diapositivas clínicas).

Para llevar a cabo el método de estudio los pacientes tenían que estar quietos y reír unos minutos de modo que se pudieran ver sus dientes. Al lado del incisivo central superior adyacente se aplicó una punta de sonda del instrumento de medición. A continuación el paciente aguantaba la respiración de 5 a 10 s. Para registrar el color del dien-

Figs. 9a y 9b. Se fabricaron dos coronas metalocerámicas por paciente con bordes de tope cerámicos (360°).



te se tomó una imagen digital del incisivo central adyacente después de calibrar la cámara. La sonda de lápiz para leer los datos de la imagen estaba recubierta con una placa de protección aséptica de material sintético sanitario. El instrumento de medición con luz visible iluminó el diente. A continuación se tomaron las imágenes (una o varias). En el método de control, el color del diente se comunicó al ceramista de forma tradicional, mediante la receta de color (con dientes de muestra Vita Lumin y diapositivas clínicas) (figs. 8a y 8b). Los investigadores recabaron los datos necesarios para crear una receta de color mientras comparaban el incisivo central adyacente con la paleta de colores. También se tomaron diapositivas clínicas con y sin dientes de muestra. El tiempo empleado para elegir el color se anotó en minutos por paciente tanto en el método de estudio como en el método de control.

Los modelos maestros y las recetas de color se enviaron al ceramista en diferentes momentos. Una vez finalizada la primera corona (método de elección del color según el principio de contingencia) se envió el modelo maestro con los datos para la segunda corona (método alternativo para elegir el color). En las recetas de color no se anotó ningún nombre.

Se fabricaron dos coronas metalocerámicas con bordes de tope cerámicos (360°) (figs. 9a y 9b). Ni los investigadores ni los pacientes sabían qué coronas se habían fabricado con recetas de color convencionales y qué coronas se habían fabricado con la topografía de color de ShadeScan. Para el personal de asistencia se creó una clave para ordenar los grupos (método de estudio o método de control).

Cada una de las coronas se probó en boca con una pasta de prueba y se evaluó según su igualdad cromática con el diente adyacente. A continuación se hicieron fotografías clínicas. Las coronas se evaluaron dos veces con el incisivo central adyacente independientemente de su igualdad cromática (tabla 1). Esta evaluación se realizó subjetivamente según Rydge (criterios modificados) y fue llevada a cabo por dos protésicos con experiencia con 27 y 15 años de experiencia práctica<sup>18</sup>. Los resultados obtenidos con el

# CIENCIA

## APLICACIÓN DE COLOR

**Tabla 1.** Evaluación intraoral de las coronas en cuanto a igualdad cromática con el incisivo central adyacente según Rydge<sup>22</sup> (criterios modificados)

Romeo	Ninguna divergencia de la corona en cuanto al color del diente o la translucidez del diente adyacente. Clínicamente aceptable
Sierra	Divergencia normal de la corona en cuanto al color del diente o la translucidez del diente adyacente. Clínicamente aceptable
Tango	Divergencia anormal de la corona en cuanto al color del diente o la translucidez del diente adyacente. Clínicamente inaceptable
Víctor	Resultado antiestético en cuanto al color o la translucidez. Clínicamente inaceptable



Fig. 10. La corona acabada (con valoración Sierra) se cementa en boca. El color del diente se eligió con el método de control.

método de estudio y el método de control se compararon intraindividualmente en cada caso. En caso de una evaluación diferente por parte de los dos investigadores se forzó un consenso. Si ninguna de las coronas daba un resultado aceptable, se fabricaba una nueva corona que se ajustaba a las ideas del paciente y del investigador. Tras el registro de datos los pacientes y odontólogos eligieron conjuntamente una corona que se cementó intraoralmente (fig. 10) con cemento de ionómero vítreo modificado con resina (RelyX Luting, 3M Espe, Seefeld).

La evaluación de los datos se realizó con software SAS. Las evaluaciones se basaron en un nivel de significación de 0,05. La evaluación de la igualdad cromática con el incisivo central adyacente, sobre cuya base se eligió el color, se realizó a partir de cuatro variables (Romeo, Sierra, Tango y Víctor, tabla 1). Estas variables se compararon entre el método de estudio y el método de control para cada paciente mediante estadística descriptiva. El tiempo empleado para llevar a cabo el método de estudio y el método de control se anotó y se comparó junto a una prueba t intraindividualmente.

Como variable de medición primaria para el éxito clínico del tratamiento (es decir, igualdad cromática con el diente adyacente) se utilizó una escala de 4 puntos: Romeo (excelente), Sierra (aceptable), Tango (no aceptable) y Víctor (insatisfactorio). La tabla 2 muestra los datos recabados. En el caso de una evaluación concluyente con Romeo o Sierra, el tratamiento se valoró como satisfactorio; con Tango o Víctor, insatisfactorio. En el 40% de los casos ambos métodos salieron igual de bien. En el 60% restante el método de control mostró mejores resultados (dos terceras partes de los casos) que el método de estudio (una tercera parte de los casos).

El tiempo empleado para elegir el color se registró en minutos y se compararon las diferencias intraindividuales de ambos métodos mediante una prueba t. La tabla 3 muestra los datos recabados. La aplicación del color con el método de control duró  $14,4 \pm 5$  min de media, mientras que la aplicación del color con el método de estudio, por contra, sólo duró  $5,2 \pm 3,3$  min. Esta diferencia era significativa ( $p = 0,0045$ ).

### Resultados

**Tabla 2.** Valoración clínica de la igualdad de color con el diente adyacente

Paciente	ShadeScan	Convencional
1	Sierra	Tango
2	Tango	Sierra
3	Sierra	Sierra
4	Víctor	Tango
5	Sierra	Sierra

**Tabla 3.** Tiempo necesario para elegir el color (en minutos)

Paciente	ShadeScan	Convencional
1	7	22
2	10	16
3	4	14
4	2	10
5	3	10
Media	5,2 ± 3,3	14,4 ± 5,0

Puesto que se trataba de un estudio piloto con un número de pacientes relativamente bajo, no se pudo demostrar si uno de los dos métodos ofrecía una precisión cromática claramente mejor. Como ya se ha mencionado, en el 40% de los pacientes no se detectó ninguna diferencia. En el 60% restante, que mostraban una diferencia específica en cuanto al método, dos terceras partes de los casos estaban asociados a mejores resultados en uno de los dos métodos. En un estudio posterior con 100 pacientes como mínimo se pudo comprobar una diferencia mediante una prueba de signos bilateral. La eficacia alcanzaba un 80%. En el caso de resultados claramente mejores, la eficacia ascendía al 99% en el 75% de los casos.

**Discusión** La dificultad al elegir el color radica en la precisión, capacidad de cálculo y constancia de los resultados<sup>4</sup>. La adaptación exacta del color en la zona de los incisivos centrales superiores es extremadamente difícil tanto para el odontólogo como para el ceramista. El color se puede determinar y transferir mejor si el mismo paciente visita al ceramista para que éste pueda examinar la situación directamente con relaciones lumínicas óptimas. De esta manera las variables se reducen al mínimo. Frecuentemente, sin embargo, la distancia física para este procedimiento es demasiado grande, por este motivo el odontólogo debe determinar y representar él mismo el color del diente. La comunicación con el ceramista y su habilidad y experiencia son igualmente importantes puesto que sólo así se puede reproducir exactamente y con detalle el color del diente adyacente. Como se ha mostrado, la reproducción cromática de los dientes de muestra varía en cada laboratorio. En condiciones intraorales se ven las diferencias cromáticas. Los autores llegan a la conclusión de que desde el punto de vista cromático la prótesis sólo puede ser satisfactoria cuando el color de una persona se define con las propiedades correspondientes<sup>7</sup>.

En el transcurso del tiempo se desarrollaron diferentes aparatos para evaluar objetivamente los colores del diente y representarlos en diferentes niveles. El objetivo consistía en eliminar las variables en juego y reducir los aspectos subjetivos en la aplicación de



# CIENCIA

## APLICACIÓN DE COLOR

color. La mayoría de estos sistemas trabajaban a partir de una base colorimétrica o espectrofotométrica que seguía la norma para el espacio de color CIE  $L^*a^*b$ . La mayoría de estos aparatos tuvieron éxito, pero no estaban pensados para ser utilizados en la consulta odontológica. Además ofrecían una escala de color de precisión limitada para los detalles<sup>9</sup>. El progreso, sin embargo, no se detiene. Actualmente existen sistemas asistidos por ordenador de diferentes precios. Los conocimientos actuales para la consistencia y fiabilidad de la adaptación del color conseguida son diferentes en cada sistema. Algunos trabajos científicos y pruebas de casos hablan del uso de aparatos de este tipo<sup>6,17,24,27,28</sup>.

Como ya se ha mencionado, ShadeScan utiliza la tecnología de la visión artificial. Para ello se utilizan algoritmos que simulan el ojo humano. El reconocimiento de las muestras de fisionomía y los aspectos psicocognitivos del color se reproducen de esta forma. El sistema permite crear una imagen detallada del color del diente, la translucidez, el tono del color, la claridad y la saturación para diferentes paletas convencionales de colores. Esto mejora la comunicación con el ceramista, tema absolutamente importante para el éxito de la prótesis. Sobre la efectividad del sistema, sin embargo, se sabe poco. En el estudio presentado se utilizaron coronas metalocerámicas porque se adaptan con más dificultad al diente adyacente que las coronas de cerámica sin metal<sup>8</sup>. En este sentido el sistema se sometió a una prueba final.

Puesto que solamente se trataba de un estudio piloto participaron relativamente pocos pacientes ( $n = 5$ ). Todas las coronas fueron fabricadas por el mismo ceramista. La efectividad real del sistema sólo se puede determinar con otros estudios que tengan un tamaño de la muestra y una selectividad estadística adecuada y donde participen más odontólogos y ceramistas. Para poder averiguar con un 80% de selectividad y un nivel de significación de 0,05 si uno de los dos métodos es mejor para elegir el color, el tamaño de la muestra de futuros estudios debe tener como mínimo 100 pacientes.

El tiempo empleado para la aplicación de color con el sistema ShadeScan era de aproximadamente 9,2 min menos que con el método convencional. Esta diferencia fue significativa, y por tanto el sistema puede parecer útil para algunos odontólogos.

Con los sistemas de aplicación de color asistidos por ordenador para la consulta odontológica se pueden reducir significativamente variables subjetivas en la fabricación de una prótesis estética. En este sentido estos sistemas representan un importante avance. Sin embargo, sigue habiendo otras variables subjetivas, por ejemplo la competencia y experiencia del ceramista, que debe leer imágenes bidimensionales y fabricar coronas tridimensionales con la textura superficial y la forma adecuadas. El grosor de la corona y el pilar (coloreados o no) se deben tener en cuenta de la misma forma que los materiales utilizados (diferentes tipos de aleaciones y coronas de cerámica sin metal de diferente translucidez). Se necesitan más avances técnicos para que el ceramista pueda transferir mejor los datos calculados por el sistema a la prótesis. Algunos de los parámetros que se acaban de mencionar deben tenerse en cuenta en este caso. Según los estándares actuales, a pesar de su riqueza de detalles, las imágenes en 2D facilitadas por ShadeScan no deben considerarse como receta para la construcción cerámica, sino sólo como medio de ayuda para calcular el diseño del color de una prótesis.

En el marco de este estudio piloto clínico se sacaron las siguientes conclusiones:

## Conclusión

- La comparación directa de ambos métodos (método de estudio con ShadeScan y método de control con aplicación de color convencional) no mostró ninguna diferencia en cuanto a la adaptación del color de las coronas centrales de los incisivos en su equivalente contralateral.
- El tiempo empleado para aplicar el color fue significativamente menor con ShadeScan que con el método convencional.
- Sólo se pueden determinar diferencias significativas entre ambos métodos de adaptación de color a partir de más estudios con un tamaño de muestra adecuado. Según el presente estudio piloto, la evidencia de superioridad para uno de los dos métodos se puede detectar a partir de una muestra de 100 pacientes.

Este estudio contó con el soporte económico de la empresa Cynovad.

## Agradecimientos

## Bibliografía

1. Ahmad I. Three-dimensional shade analysis: Perspectives of color – part I. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1999;11:789-796.
2. Ahmad I. Three-dimensional shade analysis: Perspectives of color – part II. *Pract Periodont Aesthet Dent* 2000;12:557-564.
3. Bergen SF. Color in aesthetics. *NY State Dent J* 1985;51:470-471.
4. Clarc BE. An analysis of tooth color. *J Am Dent Assoc* 1931;18:2093-2103.
5. Culpepper WD. A comparative study of shade matching procedures. *J Prosthet Dent* 1970;13:89-97.
6. Dancy WK, Yaman P, Dennison JB, O'Brien WJ, Razzoog ME. Color measurement as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns. *J Esthet Restor Dent* 2003;15:114-122.
7. Douglas DR, Brewer JD. Variability of porcelain color reproduction by commercial laboratories. *J Prosthet Dent* 2003;90:339-346.
8. Douglas DR, Przybylska M. Predicting thickness required for dental shade matches. *J Prosthet Dent* 1999;82:143-149.
9. Horn DJ, Bulan Brady J, Hicks L. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endodont* 1998;24:786-790.
10. Ishikawa-Nagai S, sato R, Furukawa K, Ishibashi K. Using a computer color matching system in color reproduction of porcelain restorations. Part 1: Application of CCM to the opaque layer. *Int J Prosthodont* 1992;5:459-502.
11. Jinoian V. The importance of proper light source in metal ceramics. In: Preston JD (Hrsg.). *Perspectives in Dental Ceramics: Proceeding of the 4<sup>th</sup> international Symposium of Ceramics*. Chicago: Quintessence, 1988:209-218.
12. Kurseja R. Translucency and esthetic. In: Preston JD (Hrsg.). *Perspectives in Dental Ceramics: Proceeding of the 4<sup>th</sup> international Symposium of Ceramics*. Chicago: Quintessence, 1988:267-272.
13. Little JW, Falace DA, Miller CS, Rhodus N. Pregnancy and breast-feeding. In: *Dental Management of the Medically Compromised Patient*, ed. 5. St Louis: Mosby, 1997:434-442.
14. Miller LL. A scientific approach to shade matching. In: Preston JD (Hrsg.). *Perspectives in Dental Ceramics: Proceeding of the 4<sup>th</sup> international Symposium of Ceramics*. Chicago: Quintessence, 1988:193-208.
15. Miller LL. Shade matching. *J Esthet Dent* 1993;5:143-153.
16. Miller LL. Shade selection. *J Esthet Dent* 1994;6:47-60.
17. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CHF. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002;81:578-582.
18. Rydge G. Clinical criteria. *Int Dent J* 1980;30:347-358.
19. ShadeScan User's Manual. Cynovad (Cortex Machina) 2000.
20. Sorensen JA, Torres TJ. Shade determination and communication: A team approach. In: Preston JD (Hrsg.). *Perspectives in Dental Ceramics: Proceeding of the 4<sup>th</sup> international Symposium of Ceramics*. Chicago: Quintessence, 1988:279-284.

# CIENCIA

## APLICACIÓN DE COLOR

21. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. J Prosthet Dent 1973;29:556-566.
22. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part III. J Prosthet Dent 1974;31:164-154.
23. Toreskog S, Svedmyr A. A color system the Swedish way. In: Preston JD (Hrsg.). Perspectives in Dental Ceramics: Proceeding of the 4<sup>th</sup> international Symposium of Ceramics. Chicago: Quintessence, 1988:219-228.
24. Tung FF, Goldstein GR, Jung S, Hittelmann E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. J Prosthet Dent 2000;88:585-590.
25. Vryonis P. Aesthetic in ceramics: Perceiving the problem. In: Preston JD (Hrsg.). Perspectives in Dental Ceramics: Proceeding of the 4<sup>th</sup> international Symposium of Ceramics. Chicago: Quintessence, 1988:237-249.
26. Vryonis P. A custom guide system. In: Preston JD (Hrsg.). Perspectives in Dental Ceramics: Proceeding of the 4<sup>th</sup> international Symposium of Ceramics. Chicago: Quintessence, 1988:285-290.
27. Wee AG, Kang EY, Johnston WM, Seghi RR. Evaluating porcelain color match of different porcelain shade-matching systems. J Esthet Dent 2000;12:271-280.
28. Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. J Prosthet Dent 2002;87:657-666.
29. Yap AU, Sim CP, Loh WL, Teo JH. Human-eye versus computerized color matching. Oper Dent 1999;24:358-363.

Ariel J. Raigrodski, DMD, MS, Associate Professor and Director of Graduate Prosthodontics, Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, University of Washington, D 780 Health Sciences Center, 1959 NB Pacific Street, Box 357456, Seattle, WA 98195, EE.UU.  
Correo electrónico: [araigrod@u.washington.edu](mailto:araigrod@u.washington.edu)

Correspondencia

Gerard J. Chiche, DDS, Professor and Head, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Louisiana State University, Health Sciences Center, Nueva Orleans, Luisiana, EE.UU.

Hitoshi Aoshima, MDT, Perla Dental Laboratory, Tokio, Japón.

Charles F. Spiekerman, PhD, Research Scientist, Biometry Core, Dental Public Health Sciences, School of Dentistry, University of Washington, Seattle, Washington, EE.UU.