
ENTRENAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE DISCRIMINACIÓN VISUAL EN ODONTOLOGÍA

TRAINING OF VISUAL DISCRIMINATION SKILLS IN DENTISTRY

ROQUE ARIAS FREDES¹, ISIDORA GONZÁLEZ VELAZCO,² JUAN ESTAY LARENAS,³

CRISTIAN BERSEZIO MIRANDA,⁴ AXEL JARA DRAGO,⁵ PABLO ANGEL AGUIRRE⁶

RESUMEN. Introducción: el objetivo de este estudio fue determinar si el entrenamiento, consistente en entrega de contenidos teóricos y el uso de un programa computacional, mejora a corto plazo la discriminación visual de la dimensión más importante en la selección de color dentario: la luminosidad. **Métodos:** 51 estudiantes que cumplieron con los criterios de inclusión, participaron del estudio firmando un consentimiento informado. Cada uno debió ordenar las 16 muestras de la guía Vitapan Classical, de mayor a menor luminosidad, según escala del fabricante. Este procedimiento se realizó con el código de identificación cubierto, en un tiempo de 3 min, bajo luz día, sobre un fondo de color gris neutro. Se hizo una primera ordenación sin entrenamiento. Posteriormente se realizó el entrenamiento que consistió en una clase teórica de 45 min y práctica durante 1 hora, utilizando los 7 grupos de ejercicios del programa computacional Color training exercises. Finalmente, cada participante hizo una segunda ordenación a la semana siguiente del entrenamiento. Los resultados fueron comparados usando el test T de Student para muestras pareadas. **Resultados:** en la primera ordenación se obtuvo un porcentaje de aciertos de 33,3% y luego del entrenamiento un promedio de 33,6%. No se observaron diferencias significativas ($p = 0,8520$). **Conclusiones:** con las limitaciones propias del estudio, la entrega de contenido teórico más el entrenamiento visual mediante el uso de programa computacional, no es efectivo en mejorar, a corto plazo, la discriminación visual de luminosidad de color dentario en los sujetos en estudio.

Palabras clave: educación dental, color, luminosidad, discriminación visual, entrenamiento.

Arias R, González I, Estay J, Bersezio C, Jara A, Angel P. Entrenamiento de la capacidad de discriminación visual en odontología. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2015; 26(2): 358-367.

ABSTRACT. Introduction: the objective of this study was to determine whether a short training workshop including theoretical instruction and the use of a computer program improves visual discrimination of the most important dimension in tooth color selection: luminosity. **Methods:** 51 students who met the inclusion criteria participated in the study after signing an informed consent. Each student was asked to arrange 16 samples of the Vitapan Classical Guide from highest to lowest luminosity according to the manufacturer's scale. This procedure was done in 3 minutes with covered identification codes, under daylight, and against a neutral gray background. This first arrangement was done with no prior instruction. Training was provided afterwards and consisted of a 45-minute theoretical class and one-hour practicum using the 7-exercise groups of the Color Training Exercises computer program. Finally, each participant made a second arrangement one week after the training workshop. The results were compared using the Student T-test for paired samples. **Results:** the first arrangement yielded 33.3% of success and after training there was 33.6% success in average. There were no significant differences ($p = 0.8520$). **Conclusions:** considering the limitations of the study, providing a short theoretical workshop plus visual training using a computer program is not effective in improving visual discrimination of tooth color luminosity in the study subjects.

Key words: dental education, color, luminosity, visual discrimination, training.

Arias R, González I, Estay J, Bersezio C, Jara A, Angel P. Training of visual discrimination skills in dentistry. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2015; 26(2): 358-367.

-
- 1 DDS, profesor asistente, Universidad de Chile, Universidad del Desarrollo.
 - 2 DDS, Universidad del Desarrollo, Chile.
 - 3 DDS, profesor asistente, Universidad de Chile.
 - 4 DDS, ayudante, Universidad de Chile.
 - 5 DDS, académico, Universidad del Desarrollo, Chile.
 - 6 DDS, profesor asistente, Universidad de Chile.

-
- 1 DDS, Assistant Professor, Universidad de Chile, Universidad del Desarrollo.
 - 2 DDS, Universidad del Desarrollo, Chile.
 - 3 DDS, Assistant Professor, Universidad de Chile.
 - 4 DDS, Assistant, Universidad de Chile.
 - 5 DDS, Scholar, Universidad del Desarrollo, Chile.
 - 6 DDS, Assistant Professor, Universidad de Chile.

RECIBIDO: JULIO 22/2014-ACEPTADO: SEPTIEMBRE 22/2014

SUBMITTED: JULY 22/2014-ACCEPTED: SEPTEMBER 22/2014

INTRODUCCIÓN

Las cambiantes demandas estéticas y las altas exigencias de los pacientes en la rehabilitación de sus dientes, hacen que el odontólogo actual deba permanecer en continuo perfeccionamiento para poder satisfacer estos estándares. Los principales factores estéticos referidos por los pacientes son: la superficie, forma, translucidez y color del diente artificial.¹

De todos estos factores, el color es probablemente el parámetro estético más importante y el criterio básico por el cual los materiales restauradores son clasificados como estéticos o no. Más aún, el color no es importante para el éxito fisiológico de una restauración dental, pero podría ser el factor principal en la aceptación final del paciente.²

Desde el punto de vista teórico, el color está constituido por tres dimensiones: tono, saturación y luminosidad. Siendo esta última la más relevante al momento de la selección de color dentario, ya que es la única dimensión que puede ser percibida separadamente, y a nivel dentario, expresa una alta influencia en el aspecto visual.³

Para su registro, a pesar de sus limitaciones, la selección de color de manera visual continúa siendo el método más común en odontología, aunque hoy en día están disponibles numerosos aparatos como colorímetros, espectrofotómetros y cámaras digitales que buscan ayudar en esta tarea.^{4,5}

Para desarrollar la capacidad de discriminación visual que permita el reconocimiento y la reproducción de los fenómenos ópticos dentarios, existen pocas estrategias de entrenamiento. Se confía en que la experiencia permite ir mejorando los resultados, pero esto no ha podido ser demostrado.^{6,7} Existen trabajos pioneros que han demostrado que, mediante protocolos de entrenamiento, es posible evidenciar mejorías en coincidencia de color.^{8,9} Sin embargo, el entrenamiento en color aún no se ha convertido en parte relevante de la formación de pregrado de dentistas y técnicos dentales, aunque ha ido aumentando en contenidos y horas.¹⁰

INTRODUCTION

The changing aesthetic demands and the high expectations of patients concerning teeth rehabilitation require clinicians nowadays to be in permanent retraining in order to be able to meet these standards. The aesthetic factors patients usually refer to are surface, shape, translucency, and artificial tooth color.¹

Of all these factors, color is probably the most important aesthetic parameter and the basic criteria used to classify restorative materials as aesthetic or not. Moreover, color is not relevant for the physiological success of a dental restoration but can be the main factor in patient's final acceptance.²

From the theoretical point of view, color includes three dimensions: shade, saturation, and luminosity. The latter is the most relevant at the time of selecting tooth color, since it is the only dimension that can be separately perceived; also, visually it is highly influential.³

Despite its limitations, visual registration and selection of color continues to be the most common method in dentistry although many devices are currently available to help improve this task, such as colorimeters, spectrophotometers, and digital cameras.^{4,5}

There exist few training strategies to develop visual discrimination skills and to allow recognition and reproduction of dental optical phenomena. It is hoped that experience alone gradually improves the results but this has not been demonstrated.^{6,7} Some pioneering studies showed that through training protocols it is possible to achieve improvement in color matching.^{8,9} However, color discrimination has not yet become a relevant training component in undergraduate and technical dental programs, although it has been increasing in contents and time.¹⁰

Al respecto, han surgido programas computacionales diseñados para ayudar a incrementar las habilidades en la selección de color.¹¹ A través de su uso, los usuarios han demostrado mejoría en los resultados de coincidencia de muestras de tonalidades de color.^{8, 12}

El propósito de este estudio fue determinar si un protocolo de entrenamiento teórico práctico breve, mejora la capacidad de discriminación de luminosidad de color en estudiantes de odontología. La hipótesis del estudio fue que el entrenamiento teórico práctico propuesto mejora la capacidad de discriminación de luminosidad.

MÉTODOS

Este estudio contó con la aprobación del Comité de Ética de Pre-Grado del Centro de Bioética, Facultad de Medicina, Clínica Alemana-Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile. El tamaño de la muestra fue determinado por el programa Gpower 3.1.9, con un tamaño de efecto de 0,5 y un valor α de 0,05, y se consideró un abandono del 20% por lo que se seleccionó un n de 51. La muestra fue obtenida de los estudiantes de odontología de cuarto año de la Universidad del Desarrollo, quienes aceptaron las condiciones del estudio firmando un consentimiento informado. El grupo de estudio estuvo constituido por 23 hombres y 28 mujeres, con un promedio de 21,9 años de edad. Los participantes cumplieron con el requisito de no tener alteración visual a la percepción de colores, lo cual se confirmó mediante el test de Ishihara.

Cada participante contó con un tiempo de siete días para leer un documento informativo que entregaba definiciones breves de luminosidad, saturación, tono y además instrucciones de los ejercicios del programa computacional Color training exercises, en español. Posteriormente, se realizó la primera ordenación. Cada participante debió ordenar las 16 muestras de la guía Vitapan Classical (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG) de mayor a menor luminosidad (Primera Ordenación). Este procedimiento se realizó con el código de identificación cubierto, en un tiempo de 3 min, bajo iluminación con Ampolleta Phillips® Master TL-D 90

In this regard, computer programs have been devised to help increase color selection skills.¹¹ Its implementation have allowed users to achieve better results in terms of samples' shade matching.^{8, 12}

The purpose of this study was to determine if a brief theoretical-practical training protocol improves dental students' capacity of discriminating color luminosity. The hypothesis of the present study was that the proposed theoretical-practical training protocol improves luminosity discrimination skills.

METHODS

This study was approved by the Undergraduate Ethics Committee of the School of Medicine of Clínica Alemana-Universidad del Desarrollo Bioethics Center in Santiago, Chile. Sample size was determined by the Gpower 3.1.9 computer program, with 0.5 effect size and 0.05 α value. Desertion of 20% was presumed, so a final n = 51 was selected. The sample was gathered from senior Universidad del Desarrollo dental students, who accepted the conditions of the study by signing an informed consent. The study group consisted of 23 men and 28 women aged 21.9 years in average. The participants met the criteria of not having visual alterations affecting color perception, which was confirmed by the Ishihara test.

Each participant was allowed seven days to read an information document providing brief definitions of luminosity, saturation, and shade, besides instructions for exercises of the Color Training Exercises computer program in its Spanish version. The first arrangement was done afterwards. Each participant was asked to sort out the 16 samples of the Vitapan Classical Guide (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG) from highest to lowest luminosity (first arrangement). This procedure was done in 3 minutes, with covered identification codes and under illumination with Ampolleta Phillips® Master TL-D90

De Luxe, 18W/965, 6.500°K (Koninklijke Philips N.V. USA), sobre un fondo de color gris neutro. Posteriormente, para determinar la coincidencia, la posición de cada muestra se comparó con su posición en la escala de luminosidad propuesta por el fabricante (figura 1) y se cuantificó el número de aciertos de 1 a 16.

De Luxe, 18W/965, 6.500°K (Koninklijke Philips N.V. USA), against a neutral gray background. In order to assess matching, the position of each sample was later compared to its position on the luminosity scale proposed by the manufacturer (figure 1); the number of achievements was counted from 1 to 16.



Figura 1. Guía Vitapan Classical ordenada de acuerdo a luminosidad propuesta por el fabricante (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG)

Figure 1. Vitapan Classical Guide arranged according to the luminosity suggested by the manufacturer (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG)

A la semana siguiente, se realizó el entrenamiento teórico-práctico, que consistió en una clase teórica de 45 min en la que se entregaron los contenidos de cromatismo, matiz, valor, teorías CIELAB y Munsell, capacidad de discriminación de color y sistema de registro y guías de colores.

La parte práctica consistió en una sesión de 60 min, en la que se realizaron, en forma secuencial, los 7 grupos de ejercicios del programa computacional Color training exercises, desarrollado por Paravina.¹⁰ Para esto se utilizó un computador Lanix Corp S-601 (Lanix Technology Chile SA, Macul Santiago, Chile)

The theoretical-practical training session was held one week later. It consisted of a 45-minute theoretical class which provided instruction on topics such as chroma, hue, value, CIELAB and Munsell theories, color discrimination skills, color guides, and registration system.

The practical module consisted of a 60-minute session in which the students sequentially completed the 7 groups of exercises of the Color Training Exercises computer program designed by Paravina.¹⁰ This was done using a Lanix Corp S-601 computer (Lanix Technology Chile SA, Macul, Santiago, Chile)

con pantalla Lanix Monitor 19 LED Widescreen, Modelo LX 900T (Lanix Technology Chile SA, Macul Santiago, Chile), calibrada con el programa Adobe Gamma (Adobe Systems Inc. San Jose, CA 95110-2704, USA). Los 7 grupos de ejercicios del programa se dividen en un set introductorio de 13 ejercicios (I set), un set de entrenamiento de 3 ejercicios (T set) y un set de ejercicios avanzados con un ejercicio (A set).

Finalmente, cada participante realizó la segunda ordenación a la semana siguiente del entrenamiento, bajo las mismas condiciones de la ordenación inicial. Una vez obtenidos los resultados de ambas ordenaciones, se utilizaron las pruebas de normalidad para verificar la distribución de los datos, usando el test Kolmogorov-Smirnov. Al confirmarse la distribución normal de los datos, se utilizó el test T-Student pareado para muestras relacionadas, con un intervalo de confianza del 95%.

RESULTADOS

Se contrastó la coincidencia del ordenamiento según luminosidad, de acuerdo al fabricante, para las 16 muestras del muestrario Vitapan Classic, con la ordenación realizada por 51 estudiantes, previo y posterior al entrenamiento. En la primera ordenación se obtuvo un promedio de 5,33 coincidencias, equivalentes a un 33,3% y en la segunda un promedio de 5,39 coincidencias, equivalentes a un 33,6%. El análisis estadístico no demostró diferencias significativas entre las dos mediciones ($p = 0,8520$) (tabla 1).

Tabla 1. Promedio de aciertos en primera y segunda ordenación

Variable	Promedio	Desviación Estándar (SD)
Primera ordenación	5,33	1,70
Segunda ordenación	5,39	1,82

*No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre la primera y la segunda ordenación ($p = 0,8520$).

También se analizaron los grupos de hombres y mujeres por separado, no detectándose diferencias estadísticamente significativas en hombres y mujeres entre la primera y segunda medición (tablas 2 y 3).

with a 19 LED Widescreen Lanix Monitor display, Model LX 900T (Lanix Technology Chile SA, Macul, Santiago, Chile), calibrated with the Adobe Gamma software (Adobe Systems Inc. San Jose, CA 95110-2704, USA). The 7 groups of exercises of the program are divided into an introductory set of 13 exercises (I set), a set of 3 practice exercises (T set) and a set of advanced exercises with one exercise each (A set).

Finally, each participant made a second arrangement one week after the training session, under the same conditions of the first round. Once the results of both sessions were gathered, normality tests were used to verify data distribution using the Kolmogorov-Smirnov test. Once data normality distribution was verified, the Student paired T-test for related samples was used to a 95% confidence interval.

RESULTS

The arrangements made by the 51 students before and after training were contrasted in terms of luminosity matching, according to the manufacturer, in the 16 samples of the Vitapan Classical Guide. The first arrangement yielded 5.33 matches in average, or 33.3%, and the second arrangement yielded 5.39 matches in average, or 33.6%. The statistical analysis showed no significant differences between the two measurements ($p = 0.8520$) (table 1).

Table 1. Average of matches in the first and second arrangements

Variable	Average	Standard Deviation (SD)
First arrangement	5.33	1.70
Second arrangement	5.39	1.82

* There were no statistically significant differences between the first and second arrangement ($p = 0.8520$).

The groups of men and women were separately analyzed, with no significant statistical differences in terms of gender between the first and second arrangement (tables 2 and 3).

Tabla 2. Comparación entre primera y segunda medición de sexo masculino

Variable	N	Promedio	SD	Mínimo aciertos	Máximo aciertos
Primera ordenación	23	5,52	1,27	4	8
Segunda ordenación	23	5,73	1,98	2	11

*Los hombres, en la primera ordenación, obtuvieron un promedio de 5.52, y en la segunda medición 5,73 ($p = 0,67$)

Tabla 3. Comparación entre primera y segunda medición de sexo femenino

Variable	N	Promedio	SD	Mínimo aciertos	Máximo aciertos
Primera ordenación	28	5,17	2,00	2	10
Segunda ordenación	28	5,10	1,66	2	8

* Las mujeres obtuvieron un promedio de 5.17 en la primera, y de 5.10 en la segunda ordenación ($p = 0,85$).

Al comparar los resultados entre los sexos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (tablas 4 y 5).

Tabla 4. Comparación de aciertos primera ordenación según sexo

Variable	N	Promedio	SD	Mínimo aciertos	Máximo aciertos
Hombres	23	5,52	1,27	4	8
Mujeres	28	5,17	2,00	2	10

* No hubo diferencias estadísticamente significativas $p = 0,77319$

Tabla 5. Comparación de aciertos segunda ordenación según sexo

Variable:	N	Promedio	SD	Mínimo aciertos	Máximo aciertos
Hombres	23	5,73	1,98	2	11
Mujeres	28	5,10	1,66	2	8

*No hubo diferencias estadísticamente significativas $p = 0,88438$

DISCUSIÓN

En el último tiempo se han desarrollado distintos protocolos de entrenamiento para mejorar la agudeza visual, con el fin de mejorar la selección de color en odontología y satisfacer las crecientes demandas estéticas de los pacientes actuales.¹³⁻¹⁵

Table 2. Comparison of the first and second arrangements by males

Variable	N	Average	SD	Minimum matches	Maximum matches
First arrangement	23	5.52	1.27	4	8
Second arrangement	23	5.73	1.98	2	11

* In the first arrangement, men obtained an average 5.52, and 5.73 in the second arrangement ($p = 0.67$)

Table 3. Comparison of the first and second arrangements by females

Variable	N	Average	SD	Minimum matches	Maximum matches
First arrangement	28	5.17	2.00	2	10
Second arrangement	28	5.10	1.66	2	8

* Women obtained an average 5.17 in the first arrangement and 5.10 in the second arrangement ($p = 0.85$).

In comparing the results between sexes, no statistically significant differences were found (tables 4 and 5).

Table 4. Comparison of matches in the first arrangement by sex

Variable	N	Average	SD	Minimum matches	Maximum matches
Men	23	5.52	1.27	4	8
Women	28	5.17	2.00	2	10

* There were no statistically significant differences $p = 0.77319$

Table 5. Comparison of matches in the second arrangement by sex

Variable	N	Average	SD	Minimum matches	Maximum matches
Men	23	5.73	1.98	2	11
Women	28	5.10	1.66	2	8

* There were no statistically significant differences $p = 0.88438$

DISCUSSION

Several training protocols have been recently designed to improve visual acuity, in order to improve color selection in dentistry and satisfy the growing aesthetic demands of patients nowadays.¹³⁻¹⁵

En este estudio se utilizó el Vitapan Classical, debido a que su código de color es usado en alto número de biomateriales, como resinas compuestas y cerámicas, siendo considerado un gold standar.^{16, 17} Sin embargo, un defecto de este muestrario es que no considera la luminosidad en su código, por lo que esta información es aportada en forma complementaria, no siendo esclarecida la diferencia de luminosidad entre cada una de las muestras y el ordenamiento propuesto no es uniforme en sus diferencias entre muestras.¹⁶ Al respecto, Paravina y colaboradores¹⁰ han propuesto una ordenación mejorada del muestrario Vitapan Classical, de acuerdo a la diferencia total de color.¹⁶ Finalmente, este problema de presentación del muestrario ha sido corregido por el muestrario Vitapan 3D Master, cuyo código, sin embargo, no es de amplio uso en biomateriales restauradores.¹⁸

Por otra parte, para mejorar la agudeza visual, es decir, la capacidad de detectar diferencias o similitud de color, es clave en la selección del color. Para esto, varias estrategias han sido propuestas; sin embargo, parece prevalecer la idea de que bastaría con la práctica a través de los años de experiencia para mejorar esta capacidad. No obstante, existe evidencia que no apoya lo anterior.^{6, 7}

Este estudio propone un protocolo de entrenamiento teórico práctico breve, apoyándose en protocolos aplicados anteriormente, los cuales han mostrado prometedores resultados. Por una parte, Chen y colaboradores,¹² al entrenar a estudiantes de odontología con un software online, concluyeron que es un sistema efectivo y eficiente para la educación de color. Corcodel y colaboradores,⁹ apreciaron mejorías en la discriminación de color entre estudiantes con entrenamiento mediante el software "Toothguide Trainer". Borbély y colaboradores⁸ concluyeron que el uso del programa "Toothguide Trainer" mejora significativamente la calidad de la igualación de color.

El presente protocolo de entrenamiento entregó los contenidos teóricos en una sola sesión, seguido del entrenamiento visual, usando el programa de entrenamiento Color training exercises, el cual permite a los usuarios entender las dimensiones del color en la práctica, del cual numerosas versiones beta se han desarrollado, evaluado y presentado en el pasado.¹¹

This study used the Vitapan Classical Guide because its color code is used in numerous biomaterials, such as ceramics and composite resins, and is now considered a gold standard.^{16, 17} However, this guide does not include luminosity as part of its codes, so this information is supplementary only and does not explain luminosity differences among samples; moreover, the proposed arrangement is not uniform in terms of differences among samples.¹⁶ In consequence, Paravina et al¹⁰ suggested an improved arrangement of the Vitapan Classical Guide, taking into account total color difference.¹⁶ Eventually, this deficiency has been corrected by the Vitapan 3D Master sample, whose code, however, is not widely used in restorative biomaterials.¹⁸

Color selection is essential in improving visual acuity—that is, the ability to detect color differences or similarities—. To this end, several strategies have been proposed; however, considering that years of experience would suffice to improve this capacity seems to be a prevalent idea. Nevertheless, there is evidence that does not support this.^{6, 7}

This study proposes a short theoretical-practical training protocol based on previously implemented protocols which have delivered promising results. By training dental students using online software, Chen et al¹² concluded that this is an effective and efficient system to provide education on color. Corcodel et al⁹ noticed color discrimination improvement among students trained with the Toothguide Trainer software. Borbély et al⁸ concluded that Toothguide Trainer significantly improves the quality of color matching.

The present training protocol delivered the theoretical contents in a single session, followed by visual training using the Color Training Exercises software, which helps users understand the dimensions of color in practice; numerous beta versions of this software have been developed, evaluated and presented in the past.¹¹

A diferencias de los trabajos antes mencionadas, los resultados del presente estudio no mostraron diferencia estadísticamente significativa entre el ordenamiento sin y con entrenamiento, lo que se podría atribuir a que el presente es un protocolo más corto que los usados en experiencias anteriores y difiere en la metodología.^{8, 12}

Los estudiantes tienen limitada experiencia realizando registro de color y restauración usando biomateriales dentales; sin embargo, como observadores están familiarizados con los diferentes colores dentales. A pesar de lo anterior, el bajo porcentaje de aciertos obtenidos obliga a revisar el grado de dificultad de la prueba. Es posible que la ordenación propuesta por los fabricantes no esté acorde a la fisiología visual. En relación a lo anterior, los estudios que han caracterizado al observador humano usan la fórmula de diferencia total de color de CIELAB (ΔE). A través de su uso, se ha podido establecer que la percepción de diferencia de color entre una muestra *a* y *b* con un delta *E* igual a 1 ($\Delta E_{ab} = 1$), puede ser perceptible para un 50% de los observadores normales, un $\Delta E \leq 2$ es considerado un aceptable parecido entre un par de muestras, y $\Delta E = 3,7$ es considerada la mayor diferencia de color aceptable en vivo, aunque los resultados varían levemente según los estudios.¹⁹⁻²¹

Al respecto, Paravina y colaboradores¹⁶ han propuesto una ordenación mejorada del muestrario Vitapan Classical, de acuerdo con la diferencia total de color. De esta manera, la muestra sería ordenada a partir de la tableta de mayor luminosidad y agrupada en 4, de acuerdo al ΔE^*_{ab} que se expresa entre paréntesis: Grupo 1 B1 (0,00) A1 (2,10) B2 (2,71) Grupo 2 A2 (3,56) C1 (4,70) D2 (5,00) A3 (5,69) D3 (6,05) Grupo 3 C2 (6,64) D4 (8,56) B3 (8,60) C3 (8,76) Grupo 4 A3.5 (9,67) B4 (10,01) A4 (11,15) C4 (12,61).¹⁶ Esta nueva ordenación discrepa con la ordenación del fabricante usada en el presente estudio, y deja en claro que el espacio de diferencia de color entre una muestra y otra no es uniformemente espaciado. Al analizar el ΔE , las diferencias potencialmente identificables por un observador humano se reducen sólo a 4, de tal forma que si cada muestra fuera ordenada, al menos correctamente, dentro de cada

Disagreeing with the abovementioned studies, the results of the present study showed no statistically significant differences between arrangements with and without prior training, which could be explained because the present study used a shorter protocol than those of previous tests, and implemented a different methodology.^{8, 12}

Students have little experience in color registration and restoration using dental biomaterials; however, as observers they are familiar with the various dental colors. Notwithstanding, the low percentage of achieved matches makes it necessary to check the degree of difficulty of the test. Perhaps the arrangement proposed by the manufacturer is not consistent with visual physiology. For this reason, the studies that have characterized the human observer use the CIELAB total color difference equation (ΔE). This equation has established that the perception of color difference between samples *a* and *b* with delta *E* = 1 ($\Delta E_{ab} = 1$) may be detectable by 50% of normal observers, $\Delta E \leq 2$ is considered an acceptable resemblance between a couple of samples, and $\Delta E = 3.7$ is considered the greatest color difference acceptable in vivo, although the results vary slightly among the studies.¹⁹⁻²¹

In this regard, Paravina et al¹⁶ proposed an improved arrangement of the Vitapan Classical Guide, according to total color difference. This way, the sample would be arranged starting from the tab with the greatest luminosity and sorted out in 4 groups according to the ΔE^*_{ab} expressed in parentheses: Group 1 B1 (0.00) A1 (2.10) B2 (2.71), Group 2 A2 (3.56) C1 (4.70) D2 (5.00) A3 (5.69) D3 (6.05), Group 3 C2 (6.64) D4 (8.56) B3 (8.60) C3 (8.76), Group 4 A3.5 (9.67) B4 (10.01) A4 (11.15) C4 (12.61).¹⁶ This new arrangement disagrees with that of the manufacturer used in the present study and shows that color difference between one sample and the other is not evenly spaced. In analyzing $E\Delta$, the differences potentially identifiable by a human observer are reduced to 4 only, so that if each sample were arranged, at least properly, within

uno de los 4 grupos, sería aceptable, no siendo necesaria una total concordancia en orden de las 16 muestras en forma individual.

El sexo no jugó un rol importante en el presente estudio, ya que no hubo diferencias estadísticamente significativas en los resultados. Lo anterior concuerda con los resultados de Curd y colaboradores⁷, Borbély y colaboradores,⁸ y Corcodel y colaboradores,⁹ pero difiere respecto a otros en que el sexo femenino presenta mejor capacidad de discriminación de color.⁶ Por su parte, Milagres y colaboradores²² mostraron que el sexo y la experiencia sí son factores a considerar al momento de discriminar colores, siendo los hombres y observadores con mayor experiencia clínica los que presentaban mejores resultados al momento de discriminarlo.

Dada la importancia atribuida a la correcta selección del color para el éxito de los tratamientos en odontología estética, es necesario el desarrollo de las habilidades del odontólogo en este ámbito. Es por ello que es necesario seguir desarrollando investigación destinada a perfeccionar los protocolos de entrenamiento para el registro exitoso de color.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, el protocolo usado no mejora la discriminación de valor en estudiantes de odontología.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

CORRESPONDENCIA

Pablo Ángel
Sergio Livingstone Pohlhammer 943
Independencia, Santiago, Chile
(56-2) 29781742
Correo electrónico: pangel66@hotmail.com

each of the 4 groups, it would be acceptable, and a complete individual orderly match of the 16 samples would be unnecessary.

Sex did not play an important role in the present study, since the results did not show statistically significant differences. This agrees with the studies by Curd et al,⁷ Borbély et al,⁸ and Corcodel et al⁹ but differs with others in which females have better color discrimination skills.⁶ On the other hand, Milagres et al²² showed that sex and experience are important factors in color discrimination, as men and observers with more clinical experience usually achieve better results in this regard.

Given the importance of appropriate color selection in successful esthetic dentistry treatments, it is necessary for clinicians to develop skills in this field. It is therefore necessary to conduct further research aimed at improving training protocols for successful color registration.

CONCLUSIONS

Under the conditions of this study, the used protocol does not improve dental students' discrimination skills.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having conflicts of interest.

CORRESPONDING AUTHOR

Pablo Ángel
Sergio Livingstone Pohlhammer 943
Independencia, Santiago, Chile
(56-2) 29781742
Email address: pangel66@hotmail.com

REFERENCIAS/REFERENCES

1. Russell MD, Gulfranz M, Moss BW. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. *J Oral Rehabil* 2000; 27(9): 786-792.
2. Bergen SF. Color in esthetics. *N Y State Dent J* 1985; 51(8): 470-471.
3. Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1987; 58(5): 535-542.
4. Alsaleh S, Labban M, AlHariri M, Tashkandi E. Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *J Dent* 2012; 40 (Supl 1): e82-87.
5. Dozić A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont* 2007; 16(2): 93-100.
6. Haddad HJ, Jakstat HA, Arnetzl G, Borbély J, Vichi A, Dumfahrt H et al. Does gender and experience influence shade matching quality? *J Dent* 2009; 37(Supl 1): e40-44.
7. Curd FM, Jasinevicius TR, Graves A, Cox V, Sadan A. Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. *J Prosthet Dent* 2006; 96(6): 391-396.
8. Borbély J, Varsányi B, Fejérdy P, Hermann P, Jakstat H. Toothguide trainer tests with color vision deficiency simulation monitor. *J Dent* 2010; 38(Supl 2): e41-49.
9. Corcodel N, Karatzogiannis E, Rammelsberg P, Hassel AJ. Evaluation of two different approaches to learning shade matching in dentistry. *Acta Odontol Scand* 2012; 70(1): 83-88.
10. Paravina RD, O'Neill PN, Swift EJ Jr, Nathanson D, Goodacre CJ. Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 2009. *J Dent* 2010; 38(Supl 2): e34-40.
11. Paravina RD. Custom color collection for prosthodontics. *Yugosl J Prosthodont Dent Technol* 2001; 2: 81-85.
12. Chen L, Yang X, Tan J, Zhou J, Du Y, Li D. Evaluation of a newly developed online color training system. *Int J Prosthodont* 2011; 24(2): 137-139.
13. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; 32(Supl 1): 3-12.
14. Odioso LL, Gibb RD, Gerlach RW. Impact of demographic, behavioral, and dental care utilization parameters on tooth color and personal satisfaction. *Compend Contin Educ Dent* 2000; 29(Supl): S35-41.
15. Qualtrough AJ, Burke FJ. A look at dental esthetics. *Quintessence Int* 1994; 25(1): 7-14.
16. Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Dental color standards: shade tab arrangement. *J Esthet Restor Dent* 2001; 13(4): 254-263.
18. Østervemb N, Jørgensen JN, Hørsted-Bindslev P. Shade guide optimization —a novel shade arrangement principle for both ceramic and composite shade guides when identifying composite test objects. *J Esthet Restor Dent* 2011; 23(1): 22-32.
19. Hassel AJ, Zenthöfer A, Corcodel N, Hildenbrandt A, Reinelt G, Wiesberg S. Determination of VITA classical shades with the 3D-Master shade guide. *Acta Odontol Scand* 2013; 71(3-4): 721-726.
20. Ragain JC, Johnston WM. Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Res Appl* 2000; 25(4): 278-285.
21. Paravina RD, Majkic G, Imai FH, Powers JM. Optimization of tooth color and shade guide design. *J Prosthodont* 2007; 16(4):269-276.
22. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68(5): 819-822.
23. Milagres V, Teixeira ML, Miranda ME, Osorio-Silva CH, Ribeiro-Pinto JR. Effect of gender, experience, and value on color perception. *Oper Dent* 2012; 37(3): 228-233.