

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA**

**INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO VISUAL EN  
LA CAPACIDAD DE DISCRIMINACION DE COLOR  
EN ESTUDIANTES DE ODONTOLOGIA**

**Maglio Henríquez Ibaceta**

**TRABAJO DE INVESTIGACION  
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Dr. Gustavo Moncada**

**TUTORES ASOCIADOS  
Dr. Pablo Angel  
Dra. Gloria Xaus  
Dra. Catherine Leighton**

**Santiago - Chile  
2010**



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA**

**INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO VISUAL EN  
LA CAPACIDAD DE DISCRIMINACION DE COLOR  
EN ESTUDIANTES DE ODONTOLOGIA**

**Maglio Henriquez Ibaceta**

**TRABAJO DE INVESTIGACION  
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Dr. Gustavo Moncada**

**TUTORES ASOCIADOS  
Dr. Pablo Ángel  
Dra. Gloria Xaus  
Dra. Catherine Leighton**

**Santiago - Chile  
2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi Padre Celestial por darme el privilegio de vivir en este país, al Señor Jesucristo por haber muerto por mí y darme, de esa manera, vida eterna, al Espíritu Santo por guiarme todo este tiempo y ser mi amigo fiel.

A mi amada y preciosa esposa Anabel por ser mi apoyo en todo este proceso.

A mis hijos Dante, Fabio y Bruno por darme la alegría de vivir y las ganas de seguir adelante.

A mi Mamá, por haberme motivado a estudiar y por fomentar en mí que nada es imposible. También a Chachi, por ser una excelente hermana.

A mi Tata y a mi Mami, por haber creído en mi, por apoyarme y por enseñarme la importancia de la humildad.

A mi Papá, mis suegros y cada uno de los que me brindaron su ayuda cuando los necesité en este periodo estudiantil y en mi crecimiento.

A mi amigo y compadre Juan por haberme ayudado en este estudio. Espero que alcance todas sus metas.

A los docentes que me brindaron su ayuda en este último peldaño, por la paciencia y la vocación, gracias.

A Dental Laval por facilitarme los muestrarios Vitapan Classical para llevar a cabo el presente estudio.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO TEÓRICO.....	4
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	27
MATERIAL Y MÉTODO.....	28
RESULTADOS.....	32
DISCUSIÓN.....	36
CONCLUSIONES.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS.....	42

## **RESUMEN**

La capacidad de discriminar entre un color y otro, alcanza gran importancia a la hora de seleccionar el material más adecuado para construir restauraciones que requieran alta estética. Esta capacidad mejora a medida que se adquiere mayor experiencia. <sup>(33)</sup>

El presente trabajo está centrado en verificar que la capacidad de discriminación de color de los estudiantes de 4º año, de la carrera de Odontología de la Universidad de Chile, en relación a los colores que se observan en el quehacer odontológico, es afectada por el entrenamiento visual utilizando el programa computacional “Esthetic Color Training in Dentistry”. Dicho entrenamiento se realizó en 2 sesiones de 45 minutos, y fue aplicado al grupo experimental (n=40), mientras que el grupo control (n=40) no fue sometido a ningún entrenamiento. Se realizaron 2 mediciones, la primera fue previa al entrenamiento visual, la segunda fue una semana posterior a dicho entrenamiento.

Este estudio evidenció la baja capacidad de discriminación de color de los estudiantes en el ordenamiento de las 16 tabletas del muestrario Vitapan Classical, siendo los porcentajes de aciertos de ambos grupos (control y experimental) inferior al 50%. Los resultados no evidenciaron modificación en la capacidad de discriminación del grupo experimental que fue sometido al entrenamiento visual. La capacidad de discriminación fue afectada por el género, obteniendo las mujeres un porcentaje de aciertos mayor al de los hombres.

En conclusión, el entrenamiento visual, en el presente estudio, no es un factor que modifique la capacidad de discriminación de color en los estudiantes. El factor que si afecta la capacidad de discriminación es el género.

## INTRODUCCIÓN

Nuestra apariencia, desde la marca de ropa que utilizamos hasta nuestro aspecto físico, se considera en la actualidad de gran importancia en la sociedad, para conseguir un trabajo o simplemente para ser aceptado por ella. La cara y dentro de ella, la sonrisa es nuestra tarjeta de presentación ante nuestros pares. Por esto, día a día vemos el aumento de exigencias de nuestros pacientes en los requerimientos restauradores, sobre todo aquellos que son más visibles. <sup>(26)</sup>

En el diccionario de la Real Academia Española encontramos definida la palabra estética como la “armonía y apariencia agradable a la vista, que tiene alguien o algo desde el punto de vista de la belleza.” <sup>(28)</sup>

Desde tiempos remotos el hombre se ha dedicado a establecer parámetros de estética, la que hoy podría también ser usada como sinónimo de moda. En la Biblia encontramos las primeras referencias escritas a la belleza en la antigüedad. En ella se manifiesta la importancia de la belleza como en el caso de la reina Jezabel, que adornó sus ojos con antimonio para seducir a Jehú. <sup>(29)</sup> Otro es el caso de la reina Ester que fue elegida entre muchas mujeres por su “hermosa figura y buen parecer”. <sup>(30)</sup>

También podemos encontrar como definición filosófica de estética a “la parte de la filosofía que tiene por objeto el estudio de la belleza”. Filósofos como Platón y Aristóteles se preocuparon por definir lo bello; el primero lo hizo expresando que es “la manifestación del bien y que despierta el amor en el

hombre”. Aristóteles, más matemático, dijo que “consideraba lo bello como simetría, como conjunto abarcable en su totalidad”. Así los conceptos de estética, bello y belleza, han intentado expresarse a través de las distintas manifestaciones artísticas a lo largo de los siglos. De esta misma belleza podemos entonces decir que es algo absolutamente personal y muy dependiente de la época y del lugar donde quiera definirse. <sup>(27)</sup>

De esta manera, nadie puede objetar que una sonrisa armónica, que muestre dientes bien alineados, de color homogéneo y con sus bordes incisales siguiendo una línea que acompañe la forma de los labios es uno de los dones más preciados que Dios puede conceder a un ser humano. <sup>(27)</sup>

## **MARCO TEÓRICO**

Las alternativas estéticas han alcanzado especial importancia en la odontología restauradora actual. Al ser este factor, un elemento complejo de analizar, es necesario manejar algunos conceptos básicos del color para obtener resultados aceptables en las restauraciones, tanto para el profesional, como para el paciente. <sup>(1)</sup>

### **Propiedades del Color**

Para entender el color, debe analizarse en sus propiedades físicas. El color es un fenómeno donde existen tres actores: primero un observador, segundo un objeto y por último una fuente de luz. La luz actúa sobre un objeto, según las características de éste, la luz se refleja y el sistema visual del observador interpreta el color, que llega a su cerebro a través de conos y bastones ubicados en la retina, esto hace que la percepción del color sea subjetiva, ya que cada individuo procesa de manera distinta la información que llega a su cerebro. <sup>(5)</sup>

Lo que el observador percibe al ver un objeto es la cantidad de luz que emite o refleja el objeto, <sup>(6)</sup> si el objeto refleja el 100% de la luz que incide sobre él, el objeto se visualizará de color blanco, al contrario si no refleja nada, el objeto absorbe el 100% de la luz, estamos frente a un objeto negro. <sup>(5)</sup>

Para el observador humano, la luz es la parte visible del espectro electromagnético, y es descrita como ondas, las cuales poseen una longitud que va desde una cresta a la otra. Esta longitud de onda se mide en nanómetros (nm), donde 1 nm es una millonésima parte de un milímetro. <sup>(5)</sup> (*Figura 1*).

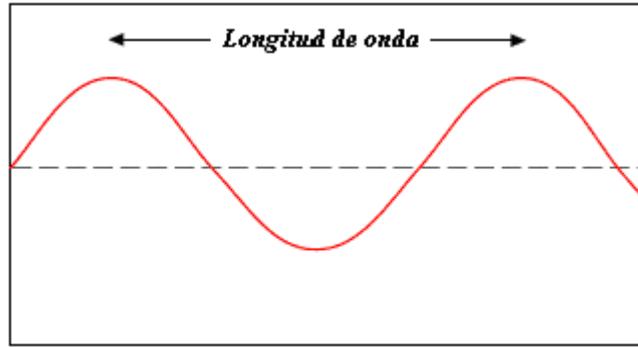


Figura 1: Longitud de una onda <sup>(20)</sup>

El ojo humano es capaz de percibir sólo una parte del espectro electromagnético, en un rango que va desde los 380 a los 780 nm, no percibiendo los rayos x, los rayos UV, la radiación infrarroja, las ondas de radio y los rayos cósmicos, que se distribuyen a lo largo del resto del espectro. <sup>(6)</sup> (Figura 2).

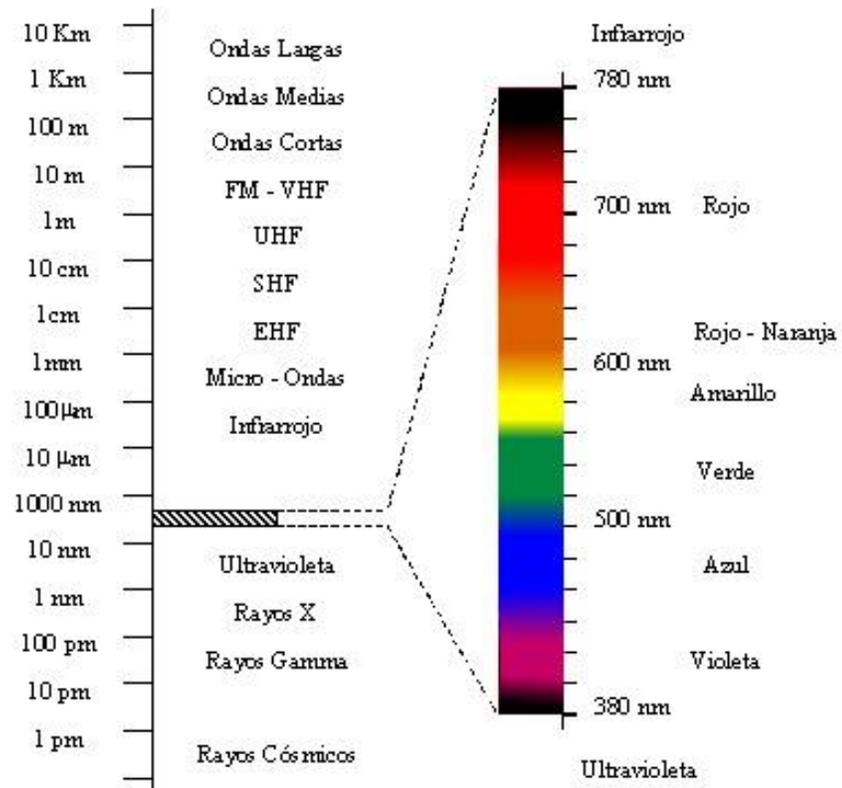
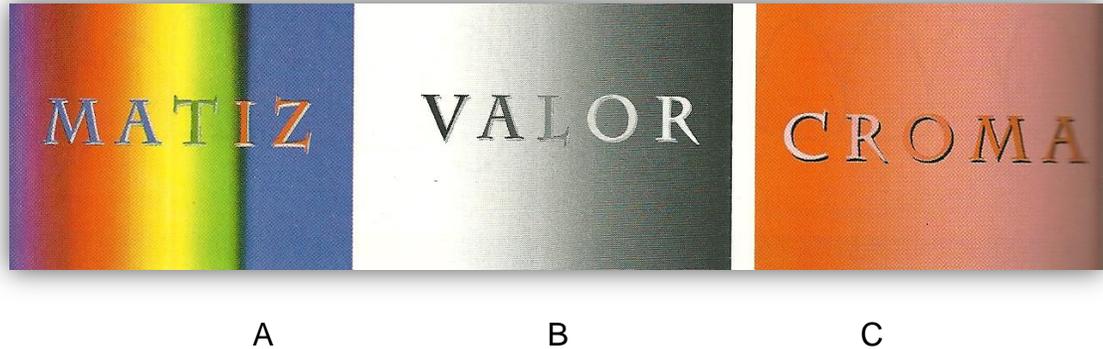


Figura 2: Espectro electromagnético <sup>(21)</sup>

Definido anteriormente el color como la luz que emite el objeto que es perceptible para el ojo humano. Este color tiene tres atributos principales, que fueron determinados por Albert H. Munsell. En el año 1905 el originó el “sistema de color de Munsell”.<sup>(7)</sup> El creó un método de descripción de color, que es ampliamente utilizado en toda la industria del color.<sup>(5)</sup> Los tres atributos del color son: el hue, el value y el chroma.<sup>(7)</sup> El hue es definido como el color básico, también se le puede llamar tono o matiz, y éste puede ser rojo, azul, amarillo, etc. El chroma es la intensidad o saturación del hue (rojo fuerte o pálido). El value o valor es la cantidad de blanco y negro que posee el color.<sup>(5)</sup>



*Figura 3: Las tres dimensiones del color. A. El matiz o tono, que es el nombre del color. B. El valor es la claridad u oscuridad del color. C. El cromas es la saturación del color.*<sup>(27)</sup>

En el año 1978, la CIE (Comisión Internationale de l’Eclairage) creó el sistema Cie Lab. Este sistema de medición del color, toma el color como un espacio tridimensional, cuyas coordenadas son L, a y b. L corresponde al brillo o al value de Munsell, a es la cantidad de rojo o verde y b corresponde a la cantidad de amarillo o azul.<sup>(8)</sup> Ambas coordenadas son coordenadas de cromaticidad y no se corresponden al hue y al chroma de Munsell.<sup>(7)</sup> (Figura 3).

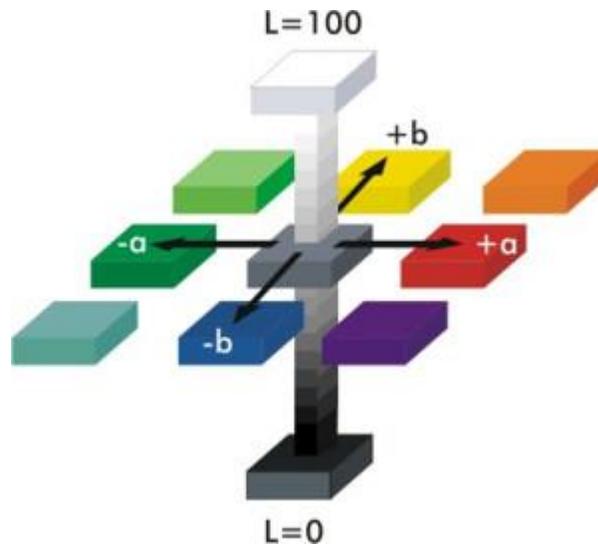


Figura 4: Espacio tridimensional Cie Lab: Cuando a es positivo, quiere decir que hay más rojo, si es negativo es más verde, y si b es positivo hay más amarillo y si es negativo es más azul. <sup>(22)</sup>

Para calcular diferencias de color basado en el sistema Cie Lab, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta E = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{1/2}$$

Donde:

$\Delta L$ :  $L_2 - L_1$

$\Delta a$ :  $a_2 - a_1$

$\Delta b$ :  $b_2 - b_1$

Los valores  $L_1$ ,  $a_1$  y  $b_1$  son las coordenadas de color de la muestra número 1 y  $L_2$ ,  $a_2$  y  $b_2$  son las coordenadas de color de la muestra número 2. <sup>(6)</sup> Entonces el valor  $\Delta E$ , corresponde a la diferencia total de color en los tres ejes, L, a y b, <sup>(14)</sup> o mejor dicho la diferencia que existe entre dos puntos (de dos muestras) ubicados en el espacio tridimensional de color. <sup>(13)</sup>

En odontología la diferencia de color o  $\Delta E$ , que es perceptible para el ojo

humano es de 1.0, sin embargo en numerosos estudios, se acepta un valor de 3.3 como aceptable, un valor mayor a este es percibido por el observador. <sup>(10)</sup> <sup>(12)</sup> <sup>(15)</sup> <sup>(12)</sup>

## Instrumentos de Medición de Color

En el estudio del color, existen distintos instrumentos para medir el color y la diferencia de color. <sup>(9)</sup> El espectrofotómetro es uno de ellos, y corresponde al más sofisticado instrumento de medición de color. Mide la luz transmitida o reflejada por un objeto en intervalos regulares <sup>(8)</sup>. Es capaz de medir diferencias de color conectándolo a un programa computacional. <sup>(5)</sup> Esta fórmula es ampliamente utilizada en odontología para la medición de colores de dos muestras en estudios comparativos utilizando resinas compuestas <sup>(10)</sup>, <sup>(11)</sup>, <sup>(12)</sup>.



Figura 5: Tipo de Espectrofotómetro. Modelo CM-5, marca Konica Minolta <sup>(23)</sup>

En la utilización del espectrofotómetro se ocupan distintos iluminantes, los que fueron establecidos en el año 1931, identificados con las letras A, B y C. El iluminante A representa condiciones de luz incandescente, con una temperatura de 2856°K. El iluminante B representa la luz día directa, a una temperatura de

4874<sup>0</sup>K, y el iluminante C representa la luz día indirecta a una temperatura de 6774<sup>0</sup>K. <sup>(5)</sup>

### **Colorímetro tricromático**

Los colorímetros tricromáticos pueden medir color sólo en términos de valores tricromáticos bajo ciertas condiciones de iluminación y del operador. Se usa para cuantificar la diferencia de color entre un par de objetos con el objetivo de controlar la calidad del color. El uso de este instrumento es dividido en medidas de color de superficie y medidas de colores autoiluminados. En general, los colorímetros son fáciles de utilizar y más económicos que los espectrofotómetros y los espectralradiómetros. Una deficiencia que posee este instrumento es que no puede medir metamerismo. <sup>(17)</sup>

### **Espectroradiómetro**

El espectroradiómetro está diseñado para medir cantidades radiométricas. Estas medidas se expresan en luminancia ( $\text{cd/m}^2$ ) e iluminancia (lux) para radiación espectral y funciones de irradiancia, respectivamente. La energía radiométrica es medida sobre el espectro visible en intervalos de 5, 10, o 20 nm. <sup>(17)</sup>

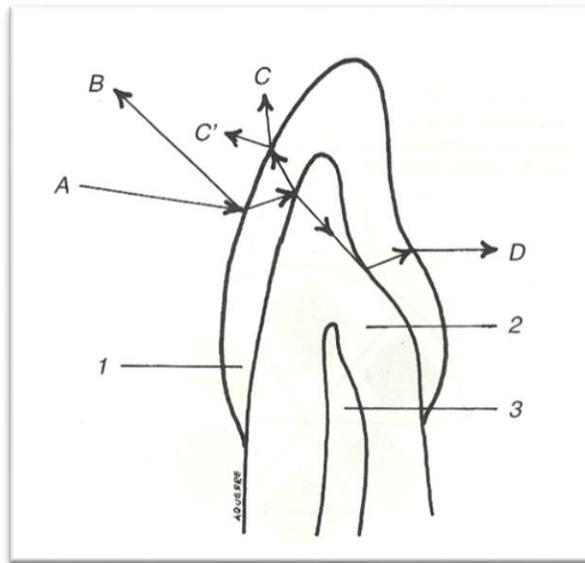
### **Cámara Digital**

El uso de este instrumento para medir color es cada vez más popular. La ventaja es que se puede medir la apariencia del color de un objeto en términos de imagen, en lugar de captar una zona de color del objeto. Posee tecnología que puede ser dividida en dos: colorimétrica y multiespectral. <sup>(17)</sup>

## Características estéticas de las piezas dentarias

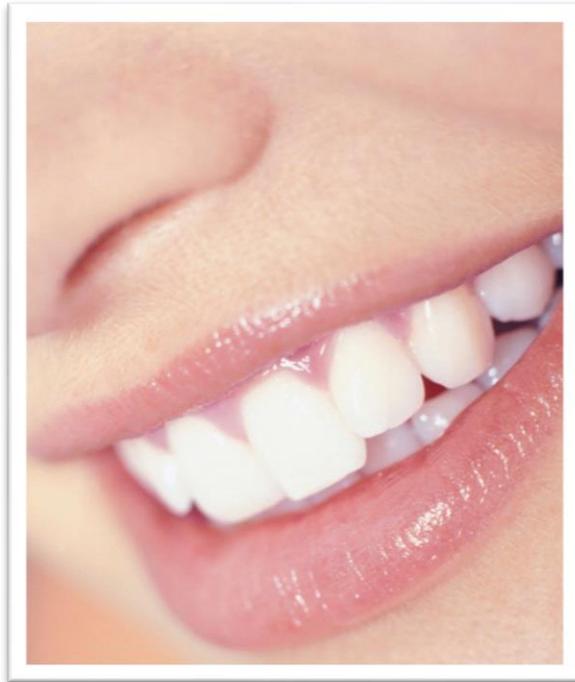
### Color

El color de los dientes se manifiesta por el reflejo de la luz que incide sobre ellos. Esta reflexión no es total, porque parte de la luz es absorbida, otra parte es transmitida y un porcentaje se refleja y da la ilusión de color. <sup>(27)</sup>



*Figura 6: La luz que incide sobre un diente es en parte reflejada, en parte absorbida y en parte transmitida, **A**. Rayo de luz incidente. **B**. Luz reflejada como espejo. **C y C'**. Luz absorbida y vuelta a reflejar desde la dentina. **D**. Luz transmitida a través del diente. **1**: esmalte; **2**: dentina; **3**: pulpa. <sup>(27)</sup>*

Un diente sano presenta diferencias de color desde gingival hacia incisal y de mesial a distal, esto debido a los distintos espesores de los tejidos que conforman la corona del diente. <sup>(3)</sup> Esta característica policromática del diente se debe a la opacidad de la dentina y al espesor y el grado de translucidez del esmalte que recubre la corona. De esta manera encontramos que la zona más oscura es la zona gingival porque el espesor del esmalte a ese nivel es mínimo o inexistente. Otro aspecto a considerar es que en muchas personas los caninos son algo más oscuros que el resto de los dientes del grupo incisivo. <sup>(27)</sup>



*Figura 7: Dientes Sanos*

Debemos recordar que los niños tienen una gran cantidad de esmalte en comparación con la cantidad de dentina primaria y secundaria, además de su cámara pulpar amplia, esto se manifiesta en un color más claro. En pacientes de piel oscura o muy bronceada, el contraste da una apariencia más clara que la que tienen en realidad; este contraste a veces es más acentuado en mujeres debido al uso de lápiz labial o maquillaje oscuro. <sup>(27)</sup>

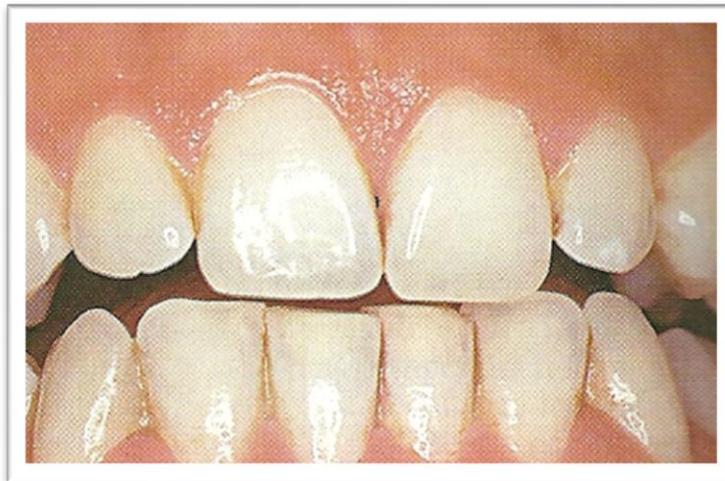
El paso de los años es un elemento que influye en el cambio de color debido a la desaparición de los bordes incisales, la disminución de la capa de esmalte, el aumento de la cantidad de dentina secundaria y la incorporación de colorantes que se hallan en los alimentos. <sup>(27)</sup>

Esta ilusión de color depende de numerosos factores: textura superficial, temperatura, intensidad y color de la fuente de luz, el color de los labios y de la

ropa del paciente, del color de la pechera de protección, de los colores ambientales y otros. <sup>(31)</sup>

### **Textura Superficial**

Las caras labiales o bucales de los dientes son las que participan directamente en la percepción del color. Estas caras no son superficies planas, sino complejos segmentos de esfera, alterados por irregularidades originadas durante el desarrollo embrionario, lóbulos de desarrollo, periquematíes de esmalte, hoyos minúsculos, depresiones y prominencias. La luz que incide refleja en forma diferente en cada milímetro cuadrado de su superficie y complica el problema de la selección de color y su reproducción con materiales de restauración en una superficie creada en forma artificial por el operador. <sup>(27)</sup>

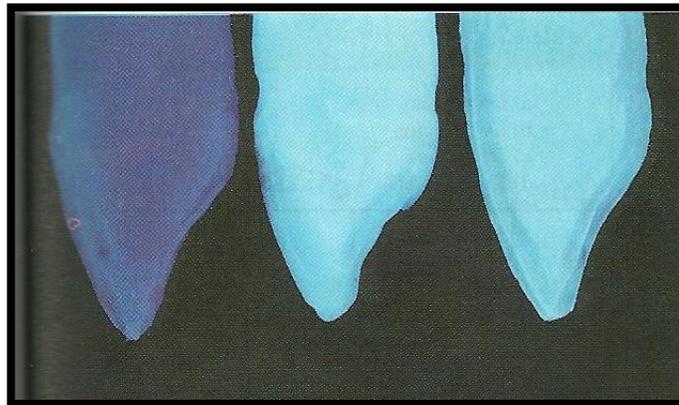


*Figura 8: Por la textura del diente, la luz se refleja en forma diferente en cada milímetro cuadrado de la superficie <sup>(27)</sup>.*

Debido a que el esmalte es más translúcido que la dentina, la luz lo atraviesa en mayor proporción y se refleja en las capas internas de la dentina que poseen un tono o matiz más intenso y definido, según raza, edad, ubicación del diente, grosor y factores congénitos o adquiridos que modifican el color. Otras

características que afectan la transmisión de la luz a través de las piezas dentarias son la fluorescencia (propiedad de la dentina) y la opalescencia (del esmalte).<sup>(27)</sup>

La fluorescencia se produce por pigmentos especiales, que absorben energía de la luz ultravioleta y de inmediato la emiten como luz visible. La fluorescencia es particularmente pronunciada bajo lámparas ultravioleta de alta energía, por ejemplo, en discotecas. Los bordes incisales de dientes vitales están virtualmente libres de fluorescencia, pero ésta se hace más evidente en el tercio cervical ya que es la dentina la que presenta un nivel alto de esta propiedad que caracteriza al diente vital.<sup>(27)</sup>



*Figura 9: En la foto se puede apreciar la fluorescencia de dentina natural (en el medio) que se obtiene con un composite microhíbrido (derecha, Vitaescence, Ultradent) en comparación con un composite tradicional (izquierda) al someter las muestras a a una luz ultravioleta.<sup>(27)</sup>*

Frente a la fluorescencia, la opalescencia es evidente, sobre todo en las zonas incisales de los dientes naturales. En términos sencillos, este efecto óptico se basa en las diferentes maneras en que se dispersan las ondas de luz largas (rojas) y las cortas (azules). Si se examina un diente con luz incidente, parecerá

que tiene un matiz azulado, mientras que si se hace con luz transmitida, dicho color cambiará a rojo anaranjado. Este efecto se debe imitar en la restauración de un diente con los materiales correspondientes. <sup>(27)</sup>

Por último, una restauración debe tener translucidez para tener una apariencia de vitalidad y, a veces, en el borde incisal, transparencia. <sup>27</sup>



*Figura 10: La copa de la izquierda es transparente, la de la derecha es traslúcida. <sup>(27)</sup>*

## **Materiales Restauradores Estéticos**

El éxito del tratamiento restaurador no depende sólo del profesional sino también de una suma de factores subordinados, así como del material utilizado y del paciente. La selección del material restaurador es de exclusiva responsabilidad del odontólogo, que debe basarse en las variables en cada caso clínico. El material restaurador debe ser de buena procedencia, debe tener el aval de investigaciones confiables y, principalmente, debe ser comprobado con una evaluación clínica criteriosa. <sup>(27)</sup>

Los materiales son considerados estéticos cuando sus propiedades ópticas —color, translucidez textura— armonizan con las características ópticas de las estructuras dentales. Los materiales estéticos más utilizados son el composite (directo o indirecto), el ionómero vítreo (convencional o modificado con resinas), el compómero y la porcelana cocida.

### **Composite**

El composite fue desarrollado por Ralph Bowen en los Estados Unidos y hoy es el material restaurador estético más utilizado por los odontólogos. Su asociación con la técnica del grabado ácido amplió la utilización clínica de los materiales estéticos y permitió la restauración de casos atípicos, como defectos de la cara labial, fractura, etc. <sup>(27)</sup>

Las propiedades del composite varían de acuerdo con el tipo de relleno mineral y con el sistema de polimerización. Según el tipo de partículas, los composites fueron clasificados históricamente en: a) de macropartículas, b) de minipartículas, y c) de micropartículas. A estos se les debe agregar los nuevos composites de nanopartículas. <sup>(27)</sup>

Actualmente es raro encontrar un composite constituido únicamente por macropartículas o minipartículas porque es común agregar una pequeña cantidad de micropartículas a la matriz de resina. Los composites híbridos poseen diferentes proporciones de relleno mineral de macropartículas, minipartículas, micropartículas y nanopartículas. <sup>(27)</sup>

La diferencia entre los grupos de composites no se basa sólo en el tamaño de sus partículas, sino también en la proporción entre la cantidad de resina aglutinante (matriz orgánica) y la cantidad de partículas. <sup>(27)</sup>

Con la técnica del grabado ácido y el uso de una resina fluida intermediaria, la adaptación marginal es clínicamente buena. Por lo tanto, el uso de adhesivos dentinarios contribuye con un mejor sellado marginal. <sup>(27)</sup>

Las propiedades mecánicas de los composites son significativamente superiores a las propiedades de los antiguos silicatos y resinas acrílicas. <sup>(27)</sup>

Una deficiencia del composite, bastante evidente en algunos casos clínicos, es el deterioro de su superficie. En el de macropartículas, las alteraciones superficiales ocurrían por falta de unión química entre las partículas y la matriz de resina aglutinante, lo que daba como resultado la caída de la partícula. Las cargas mecánicas aplicadas sobre la restauración fuerzan las partículas contra la matriz y las tensiones que se generan desprenden las partículas minerales. En el de micropartículas se observa un fenómeno semejante en relación con las llamadas partículas “orgánicas”. Éstas son partículas prepolimerizadas con relleno de sílice pirogénico. El deterioro es más evidente en las áreas oclusales de los dientes posteriores y más acentuado cuanto más posterior es la localización de la restauración. <sup>(27)</sup>

Las restauraciones directas de composite en dientes posteriores presentan ventajas y desventajas. <sup>(27)</sup>

**Ventajas:** a) buena estética, b) ausencia de mercurio, c) adhesión a la estructura

dentaria, d) refuerzo del remanente dental y e) baja conductibilidad térmica.

**Desventajas:** a) son más sensibles a la técnica restauradora que la amalgama; el contacto y el contorno son más difíciles de obtener, b) el tiempo de trabajo clínico es mayor en la resina que en la amalgama, c) las lesiones de caries adyacentes a las restauraciones progresan más rápidamente que en la amalgama y d) son menos durables que la amalgama y las restauraciones metálicas coladas.

Si bien al principio es excelente desde un punto de vista estético, con el tiempo sufre alteraciones en la lisura y en el color de la superficie. Además, sufre cambios intrínsecos por alteraciones químicas, como la oxidación de las aminas terciarias en el composite de polimerización química o autopolimerización. El composite fotopolimerizable por luz visible es reconocidamente más estable en cuanto al color. <sup>(27)</sup>

El pulido imperfecto puede favorecer la adherencia de placa bacteriana. Los híbridos son más difíciles de pulir y por eso deben indicar materiales de micropartículas en áreas próximas a las encías. <sup>(27)</sup>

### **Ionómeros Vítreos**

En la década de 1970, se introdujo un nuevo material para uso odontológico en el cual se procuró combinar dos sistemas existentes: cemento de silicato y cemento de policarboxilato de zinc. <sup>(27)</sup>

El ionómero vítreo tiene mayor solubilidad que el composite. El factor de deterioro superficial tiene una relación íntima con la técnica de manipulación y se trata de un material extremadamente sensible a la humedad durante el fraguado y a la desecación después de su endurecimiento. <sup>(27)</sup>

La adaptación a las paredes de la preparación es buena, ya que posee

capacidad de adhesión al esmalte, a la dentina y al cemento. Sus propiedades mecánicas no son apropiadas para utilizarlo en áreas donde hay cargas oclusales y condiciones favorables para el desgaste. <sup>(27)</sup>

El ionómero vítreo es un buen aislante térmico. Su manipulación es fácil, aunque bastante crítica en relación con la presencia de humedad. Su pulido debe ser diferido por 24 horas hasta que el material haya fraguado totalmente. <sup>(27)</sup>

Respecto de su estética, es inferior a la del composite porque su opacidad es mayor que la del diente. Sin embargo, los productos comerciales más recientes presentan una gran mejoría en este aspecto. <sup>(27)</sup>

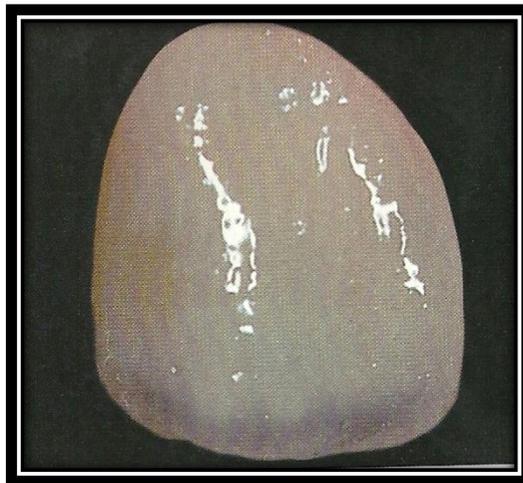
El ionómero vítreo tiene la capacidad de liberar fluoruros en los márgenes, un factor importante de protección contra la caries secundaria o la reincidencia de caries marginal. <sup>(27)</sup>

En el intento por mejorar las propiedades de los Ionómeros se desarrollaron nuevos materiales restauradores híbridos: los Ionómeros vítreos modificados con resina y los compómeros. Los Ionómeros modificados con resina (Fuji II LC, Photac-Fil, Vitremer, etc.) están compuestos en un 80% aproximadamente por ionómero y en un 20% por resina, y mantienen las propiedades de un verdadero ionómero. Tienen una o dos reacciones de endurecimiento químico y una por luz. Los compómeros están compuestos principalmente por resina, se presentan en la forma de un solo componente fotoactivable (Compoglass F, Dyract AP, Freedom) y poseen propiedades mecánicas altas, liberación de flúor baja y mejor pulido y estética en comparación con los ionómeros vítreos convencionales. Son menos sensibles a la humedad y su manipulación es más sencilla. <sup>(27)</sup>

## Carillas de Composite y de Porcelana

El composite por método directo indirecto y la porcelana también pueden ser utilizados para la confección de carillas que cementadas con adhesivos dan un efecto estético excelente, más durable que las carillas directas de composite y que también son menos invasivas que las coronas totales. <sup>(27)</sup>

Las carillas de porcelana son más resistentes al desgaste y poseen estabilidad de color y, por lo tanto, una mayor estética en el largo plazo que las de composite, pero su costo es más elevado y la técnica más difícil. Un hecho interesante es que las incrustaciones y carillas de porcelana, muy frágiles antes del cementado, adquieren gran resistencia por su adhesión a la dentina y al esmalte con el grabado ácido y la cementación adhesiva. <sup>(27)</sup>



*Figura 11: Carilla de composite microhíbrido que reproduce la translucidez y opalescencia natural del esmalte. <sup>(27)</sup>*

## Capacidad de Discriminación de Color

La luz entra al ojo a través de la cornea y lente, ésta imagen es enfocada en la retina. La cantidad de luz que entra al ojo es controlada por el iris, el que se contrae o dilata de acuerdo al nivel de iluminación. Los sensores de la retina están posicionados especialmente para enfocar la luz. Entre los bastones y los conos hay una relación de 19 a 1. Estos bastones están distribuidos en toda la retina y reaccionan frente a bajas intensidades de luz. Estos sensores registran sólo luminosidad. En relación a los conos, tenemos tres tipos, sensibles al rojo, al verde o al azul. La distribución de los conos está limitada a la fóvea central, que es una pequeña área en el centro de la retina donde no existen bastones. Inmediatamente alrededor de la fóvea existe un área mixta de ambos tipos de sensores. Esta área mixta, que es única para cada individuo, es la responsable de las diferencias en la discriminación de color entre observadores que poseen una visión normal. <sup>(25)</sup>

La intensidad de luz es un factor crítico en la capacidad de discriminación de color y en el ordenamiento de color. La pupila cumple un factor importante en esta tarea, contrayéndose en presencia de una alta luminosidad y, por el contrario, dilatándose en casos que esa luminosidad es baja. <sup>(25)</sup>

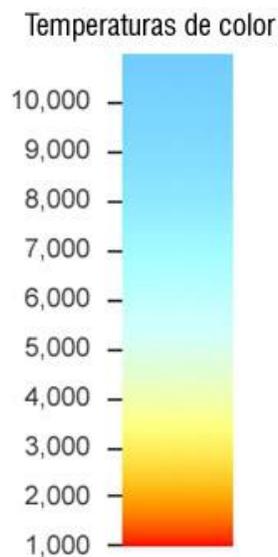
## Fuentes de luz

Una restauración tendrá un matiz diferente según el tipo y la intensidad de luz que la ilumine. Este fenómeno se llama “metamerismo” y complica el problema de la selección del color en Operatoria dental. <sup>(27)</sup>

La luz ideal es la luz de día en las horas próximas al mediodía, cuando la

temperatura de luz es de alrededor de 5.500 °K y contiene un porcentaje equilibrado de los matices fundamentales que producen una luz blanca pura. El cielo azul, por su parte, tiene un porcentaje elevado de azul y ultravioleta y su temperatura de color puede ser de 7.000 °K. <sup>(27)</sup>

Por la mañana, la luz solar está dominada por el amarillo y su temperatura sube de 2.000 °K a 4.000 °K hacia la media mañana. Al atardecer, la temperatura de la luz vuelve a disminuir igual que en la mañana, pero el matiz dominante es el amarillo naranja. <sup>(27)</sup>



*Figura 12: Gráfico de temperatura de color.*

Las lámparas incandescentes producen luz de 2.500 °K y los tubos fluorescentes comunes se acercan a los 4.000 °K. Para una selección correcta de matices en la consulta o en el laboratorio, debe elegirse una iluminación que permita obtener la temperatura ideal de color entre los 5.500 °K y los 6.500 °K. <sup>(27)</sup>

Cuanto menor sea la temperatura de la luz, más rojo parecerá el objeto iluminado y cuanto más elevada sea la temperatura de la luz, más se acercará al azul. <sup>(27)</sup>

## **Factores Ambientales**

En la selección del matiz, los factores ambientales deben ser de color neutro para no influir en el operador. Se le debe pedir a la paciente que se quite por completo el rouge de los labios y se deben cubrir sus ropas con un babero o toalla color celeste, verde claro o gris. La habitación o el equipamiento no debe tener superficies que reflejen intensamente la luz y las paredes deben estar pintadas en blanco mate, gris o colores muy pálidos. <sup>(27)</sup>

## **Selección de Color**

La determinación de color de un diente sigue siendo un acto subjetivo, ya que depende de la capacidad perceptiva del operador, de su estado de ánimo, de la fatiga ocular y de su sentido artístico. Un mismo operador en días diferentes puede seleccionar colores distintos para un mismo caso. <sup>(27)</sup>

Con respecto a los materiales, debemos tener en cuenta que la mayoría de las guías de color son inexactas ya que no son estandarizadas y no están confeccionadas con el mismo material. <sup>(27)</sup>

Para realizar la toma de color es conveniente hacerlo con el diente sin aislamiento, hidratado y polimerizando una pequeña capa de resina en la zona que se está restaurando. Antes de tomarlo conviene no tener la vista saturada con algún color similar al dentario, ya que esto podría llegar a anular la percepción; en estos casos es recomendable fijar la vista en colores neutros como el gris u oscuros para poder distinguir las variaciones sutiles entre la escala de color y la pieza dentaria. Debido a la gran cantidad de elementos que condicionan la elección de un color determinado, es aconsejable que la decisión la tomen en

conjunto el profesional y el paciente. <sup>(17, 27)</sup>

Se toma un diente de la guía y se compara con el diente del paciente durante solo 5-10 segundos. Es conveniente comenzar con matices bien diferentes del matiz del diente, para ir acercándose al que más se asemeje. <sup>(27)</sup>

Dentro de la toma del color debemos considerar la translucidez, ya que ésta determinará la cantidad de luz que va a penetrar en el diente antes de reflejarse de nuevo hacia el exterior; algunos autores llaman a esto “vitalidad estética”. Para lograrlo hoy contamos con resinas transparentes y modificadores de color (tintes) que sirven para generar una ilusión de profundidad en las restauraciones. <sup>(27)</sup>

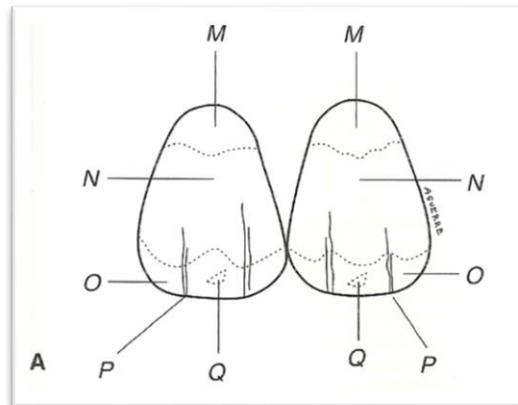


Figura 13: Esquema de color:

*M, zona gingival que requiere un tono más intenso; N, zona media o cuerpo cuya tonalidad debe armonizar con el resto de la boca; O, borde incisal más grisáceo, para simular transparencia; Q, pigmentaciones específicas, color blanco o marrón; P, líneas verticales de color gris o marrón.* <sup>(27)</sup>

La observación del color de un diente debe ser muy breve, no más de 5-10 segundos, para evitar que los elementos sensitivos de la retina se saturen y transmitan al cerebro un informe erróneo. <sup>(27)</sup>

Se le debe prestar particular atención al valor o *value* del diente (a mayor valor, mayor tendencia al blanco), el cual es de suma importancia para lograr una apariencia vital y natural de la restauración. <sup>(32)</sup>



Figura 14: Toma de color. <sup>(27)</sup>

## Guías de Color

Existen guías de selección de color para los tejidos dentarios que han sido elaboradas por algunas casas dentales. Estas guías son una alternativa muy útil en la práctica odontológica para obtener restauraciones estéticas que satisfagan al paciente. Las guías más ampliamente usadas hoy en día no han cambiado mucho en los últimos 50 años, exceptuando la adición de algunas tabletas de color. Dentro de estas guías de color la más ampliamente estudiada a nivel mundial es la Vitapan classical (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) <sup>(4)</sup>, la que será utilizada en el presente estudio. Esta guía de color tiene agrupadas las tabletas de acuerdo al tono. <sup>(25)</sup>



Figura 15: Guía de colores Vitapan Classical, VITA Zahnfabrik. <sup>(24)</sup>

La guía de colores Vitapan Classical fue utilizada como un *gold standard* por décadas. Esta guía tiene divididas sus tabletas en cuatro grupos, con una división de grupos primaria basada en el hue o tono. De acuerdo a los fabricantes, el tono de las tabletas pertenecientes al grupo A son rojo-cafés, grupo B son rojo-amarillento, grupo C son grises, y grupo D son rojo-grisáceos. Dentro de los mismos grupos, las tabletas están ordenadas en base al aumento del croma – mientras más alto el número, mayor será su croma. <sup>(17)</sup>

El ordenamiento de las tabletas se puede realizar de diferentes maneras, siguiendo las dimensiones de color individualmente o la diferencia total de color ( $\Delta E^*_{ab}$ ) entre las tabletas. Un modelo unidimensional de ordenamiento podría ser realizado de acuerdo al valor, al croma o al tono. El valor o luminosidad es una categoría objetiva que se denota con la coordenada  $L^*$ , siendo “más claro” y “más oscuro” términos subjetivos que denotan una impresión general de la diferencia de color. <sup>(17)</sup>

**Table 7-3** Tab Arrangements of Some Shade Guides According to Color Difference ( $\Delta E^*_{ab}$ ) in Relation to the Lightest Shade

Shade Guide	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5
Vitapan Classical <sup>12</sup>	B1 (11)	C1 (21)	D3 (31)	A3.5 (41)	
	A1 (12)	D2 (22)	C2 (32)	B4 (42)	
		A2 (23)	D4 (33)	A4 (43)	
		B2 (24)	C3 (34)	C4 (44)	
		A3 (25)	B3 (35)		
Vitapan 3D Master <sup>15</sup>	1M1	2L1.5	3L1.5	3M3	5M3
	2M1	2M2	2L2.5	4M1	
	2R1.5	1M2	2M3	4L1.5	
		3M1	3M2	4M2	
		2R2.5	3L2.5	4R2.5	
		3R1.5	3R2.5	5M1	
			4R1.5	4L2.5	
				5M2	
				4M3	
Chromascop <sup>12</sup>	01	2A	6B	6D	4C
	1A	1C	4A	2C	3E
		1D	4B	3A	3C
		2B	6C	5B	2E
			1E		4D

Figura 16: Ordenamiento de tabletas de acuerdo a la diferencia de color en relación al valor<sup>(17)</sup>

## Entrenamiento visual

Es por esto, que para poder realizar restauraciones estéticas que simulen lo mejor posible los colores que presentan los dientes naturales, es necesario contar con elementos educativos que incrementen la habilidad de los profesionales para discriminar entre distintos colores.<sup>(2)</sup> Entre estos elementos se pueden encontrar las clases teóricas impartidas en la Universidad de Chile, que mencionan los conceptos básicos de color y su utilización en la clínica odontológica; estas clases se realizan una vez iniciados los ramos clínicos, esto es en cuarto año de la carrera, con una duración de 4 horas pedagógicas. Un segundo elemento que provee una mejor capacidad para discriminar color es la experiencia clínica.<sup>(17, 33)</sup> Además, actualmente existen programas computacionales de entrenamiento visual para la discriminación de color.<sup>(17)</sup>

## **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **Hipótesis:**

Los estudiantes de cuarto año de Odontología de la Universidad de Chile modifican su capacidad de discriminación entre un color y otro después de ser sometidos a entrenamiento visual.

### **Objetivo General:**

Determinar si existe correlación entre el entrenamiento visual y la capacidad de discriminación de color de los estudiantes de odontología de la Universidad de Chile.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar el porcentaje de aciertos en relación al ordenamiento de tabletas de la guía de color Vitapan Classical del grupo control.
- Identificar el porcentaje de aciertos en relación al ordenamiento de tabletas de la guía de color Vitapan Classical por parte del grupo experimental.
- Comparar estadísticamente los resultados entre ambos grupos.
- Comparar la capacidad de discriminación de color según género.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **Determinación de los grupos de estudio:**

La población en la que se realizó este estudio, estuvo compuesta por 124 alumnos de 4to año de la carrera de odontología 2010 de la Universidad de Chile (Santiago, Chile). El tamaño de la muestra se calculó con un error  $\alpha = 0,05$  (5%) y un Power =  $1 - \beta$  de 0,8. Debido a que la población a estudiar es pequeña, se realizó una “corrección en poblaciones finitas”, obteniéndose, de esta manera, 2 grupos: grupo 1 (n=40) de control, y grupo 2 (n=40) experimental. A los participantes les fueron explicados sus derechos y deberes previo a la firma del consentimiento informado para participar de este estudio (ANEXO 1).

### **Instrucción teórico-práctica:**

En la primera etapa los grupos (control y experimental) fueron sometidos a instrucción teórico-práctica en lo que respecta a fenómenos ópticos, y la aplicación de dichos conocimientos en el tratamiento de sus pacientes en la práctica clínica durante 140 horas. La instrucción teórica se realizó mediante 4 clases expositivas que se efectuaron durante el primer semestre académico (2010), que incluyó los siguientes contenidos:

- Fenómenos ópticos en Odontología Restauradora.
- Génesis de estos fenómenos.
- Fenómenos ópticos relacionados con los dientes: Color, Metamerismo, Fluorescencia, Opalescencia, Translucidez/Opacidad, Mate/Brillante y Textura Superficial.
- Métodos de registro de color dentario.
- Métodos de reproducción de color en las restauraciones odontológicas estéticas.

### Medición inicial:

Posteriormente a la instrucción teórico-práctica se realizó la primera medición para ambos grupos. Ésta evaluará el ordenamiento de las 16 tabletas del muestrario de color Vitapan Classical<sup>(4)</sup>, de la más clara a la más oscura, de izquierda a derecha.

Para realizar el ordenamiento se requerirá que las tabletas del muestrario se encuentren a una distancia de 25-33 cm de los ojos del participante. El procedimiento se llevará a cabo en una sala iluminada con ampolletas de luz día a aproximadamente 1 metro de distancia (temperatura de color 6500°k)<sup>(25)</sup>, sobre una plataforma de color gris neutro.<sup>(17)°</sup>

Cada participante realizó un total de 3 ordenamientos consecutivos para descartar el azar, calculándose el promedio de éstos. El objetivo de esta medición fue determinar el porcentaje de concordancia entre el ordenamiento del muestrario basado en la diferencia total de color ( $\Delta E$ )<sup>(18)</sup> y el ordenamiento realizado por el participante.

A cada tableta se le asignó un nuevo código que facilitó el procesamiento de los datos, cubriéndose los códigos de fábrica. (ANEXO 2)



Figura 17: Guía de colores Vitapan Classical, VITA Zahnfabrik.<sup>(24)</sup>

### Entrenamiento Visual:

Posteriormente, el Grupo 2 (experimental), recibió un entrenamiento visual utilizando el programa computacional de entrenamiento en la discriminación de color ECTD (*Esthetic Color Training in Dentistry*, Paravina RD. Powers, J. 2004). El entrenamiento contó con 2 sesiones de 45 minutos <sup>(17)</sup>, en que los alumnos realizaron los ejercicios de ordenamiento de color de los más básicos a los más complejos siguiendo las instrucciones que brinda el mismo programa. Para realizar los ejercicios utilizaron el mouse del computador para arrastrar los cuadrados hacia los casilleros vacíos, posicionándolos del más claro al más oscuro de izquierda a derecha de la pantalla del computador.

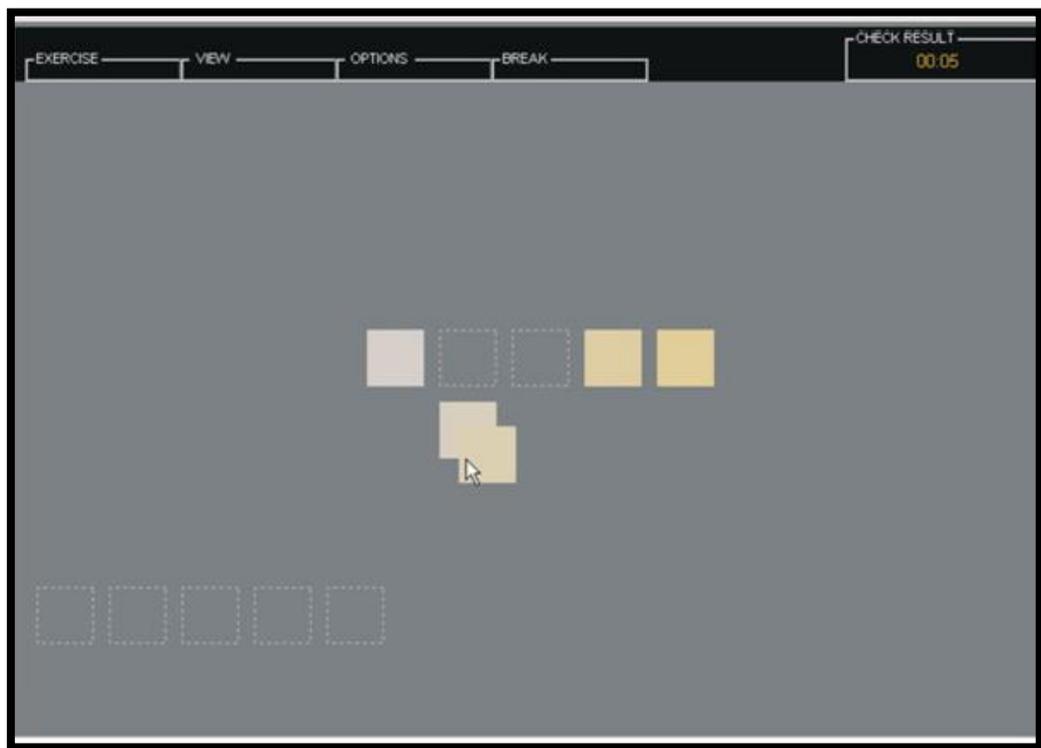


Figura 18: Ejemplo de la utilización del programa computacional “*Esthetic Color Training in Dentistry*” <sup>(17)</sup>

**Evaluación final (después del entrenamiento visual):**

Posterior al entrenamiento visual recibido por el grupo experimental se realizó la segunda medición con las mismas condiciones de la primera medición.

**Calibración de Pantallas:**

Para lograr el perfil de color preciso y repetible que posibilite la correcta visualización de la imagen, se calibraron 40 pantallas de los computadores en los que se llevó a cabo el entrenamiento<sup>(19)</sup> mediante el programa computacional Adobe Gamma.<sup>(31)</sup> Las instrucciones de calibración están debidamente escritas en el Anexo 3.

**Análisis Estadístico:**

Se comparó la tasa entre ambas poblaciones independientes (grupos experimental y control). En el análisis estadístico fue utilizado el test de Wilcoxon para muestras relacionadas.

## **RESULTADOS**

En el análisis estadístico fue aplicado el test de Wilcoxon. El grupo control obtuvo en la primera medición un porcentaje de aciertos de 42,79% (hombres 37,33% y mujeres 45,5%). Mientras que el grupo experimental obtuvo un porcentaje 43,35% (hombres 41,19% y mujeres 45,61%).

En la segunda medición, después de que el grupo experimental fue sometido al entrenamiento visual se obtuvo un porcentaje de aciertos de 42,97% (hombres 40,52% y mujeres 45,42%). El grupo control obtuvo un porcentaje de 42,2% (hombres 37,34% y mujeres 44,92%).

En la primera medición no se apreciaron diferencias significativas entre ambos grupos (control y experimental,  $p=0,712$ ). El porcentaje de aciertos que obtuvieron las mujeres fue significativamente mayor que los hombres ( $p=0,018$ )

En la segunda medición tampoco se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ( $p=0,825$ ). Tampoco se apreció una diferencia significativa entre hombres y mujeres ( $p=0,114$ )

Ambos grupos, control y experimental, no mostraron una variación significativa después de haber sometido al grupo experimental al entrenamiento visual. (control  $p=0,829$ ; experimental  $p=0,97$ ).

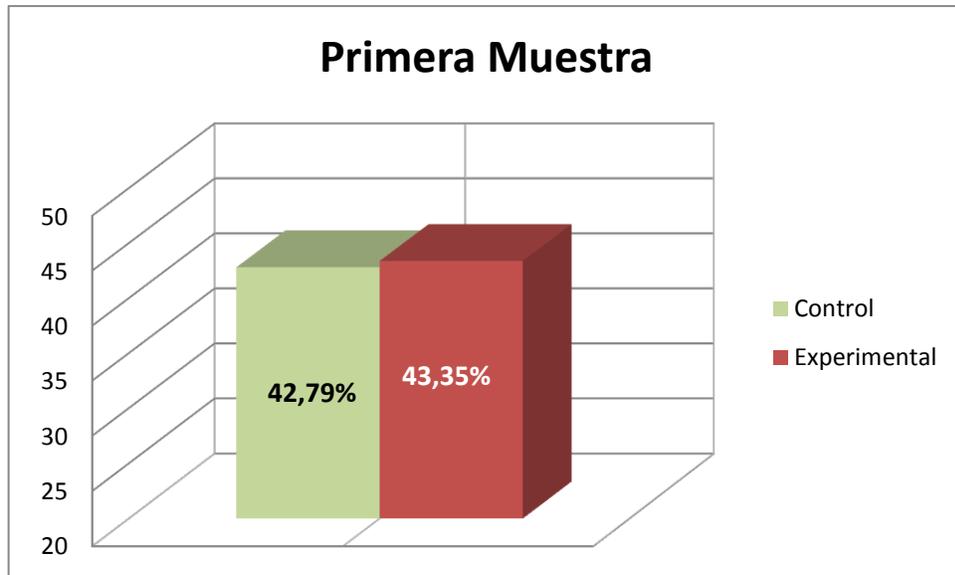


Gráfico 1: Porcentaje de aciertos de ambos grupos (control y experimental) de la Primera Muestra

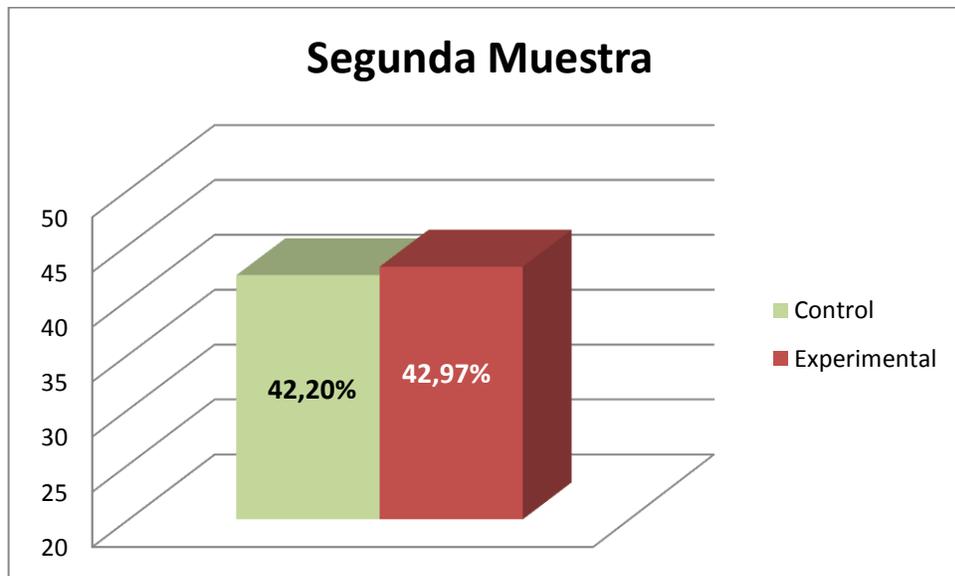


Gráfico 2: Porcentaje de aciertos de ambos grupos (control y experimental) de la Segunda Muestra

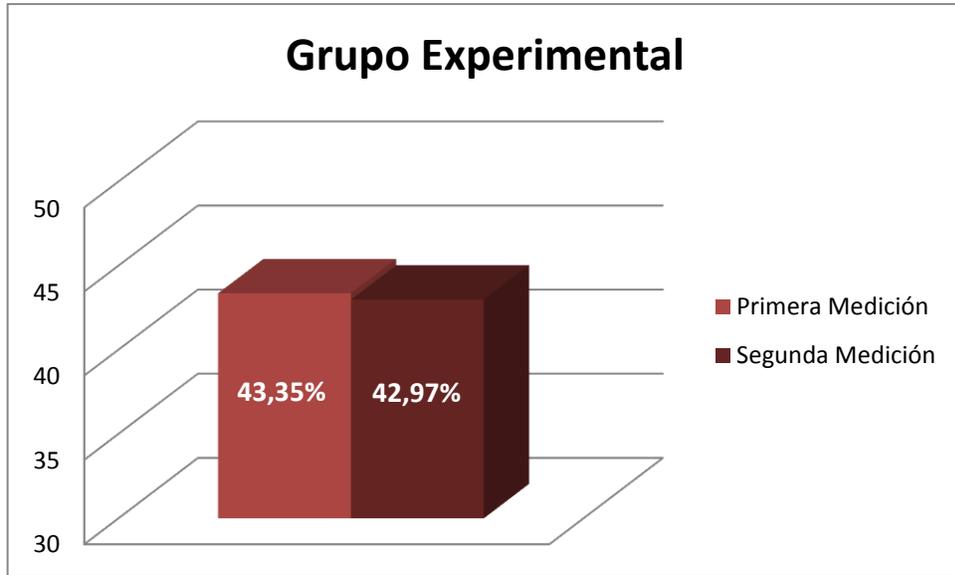


Figura 3: Mediciones del grupo experimental.

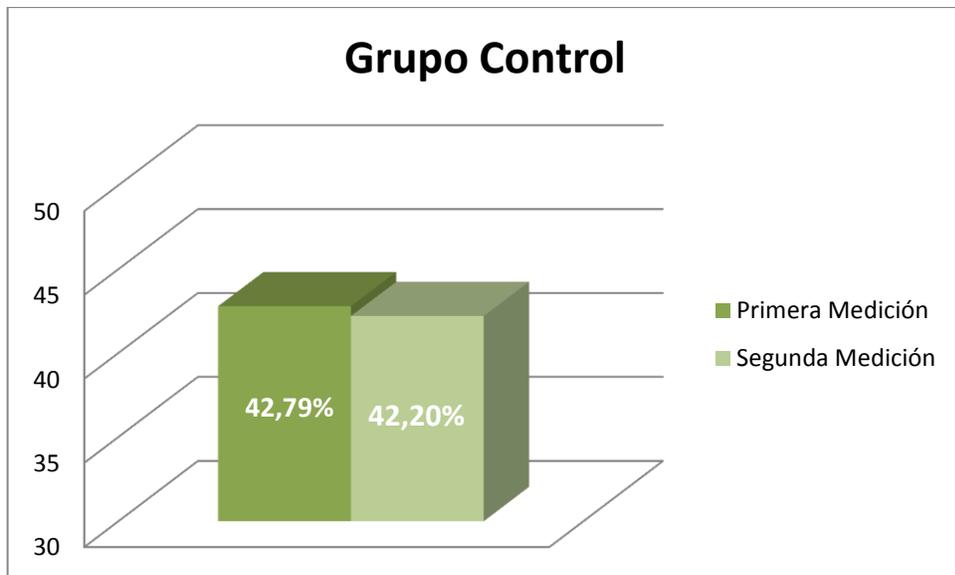


Figura 4: Mediciones del grupo control.

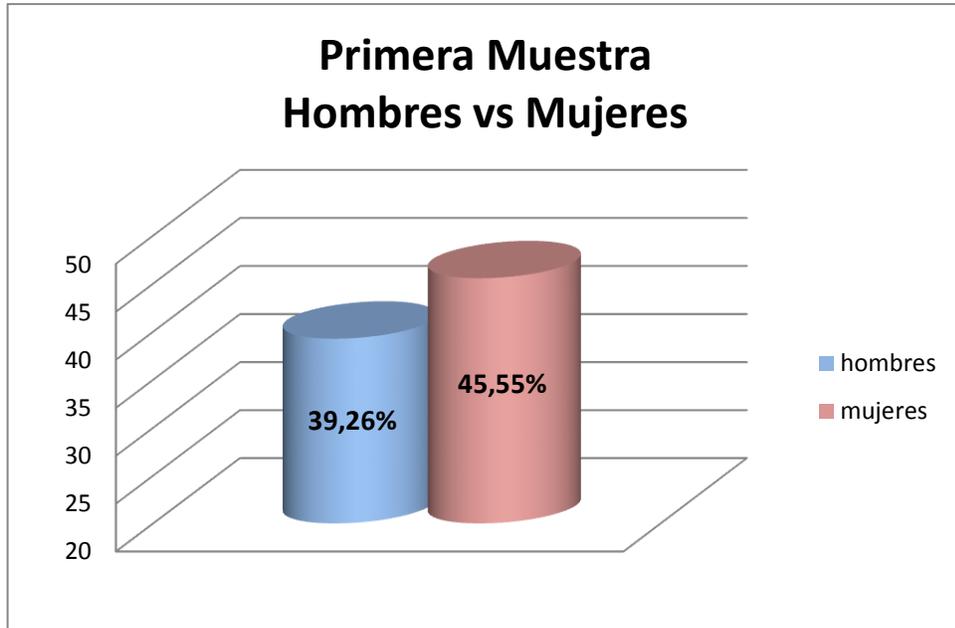


Gráfico 5: Primera Muestra. Porcentaje de aciertos de Hombres y Mujeres

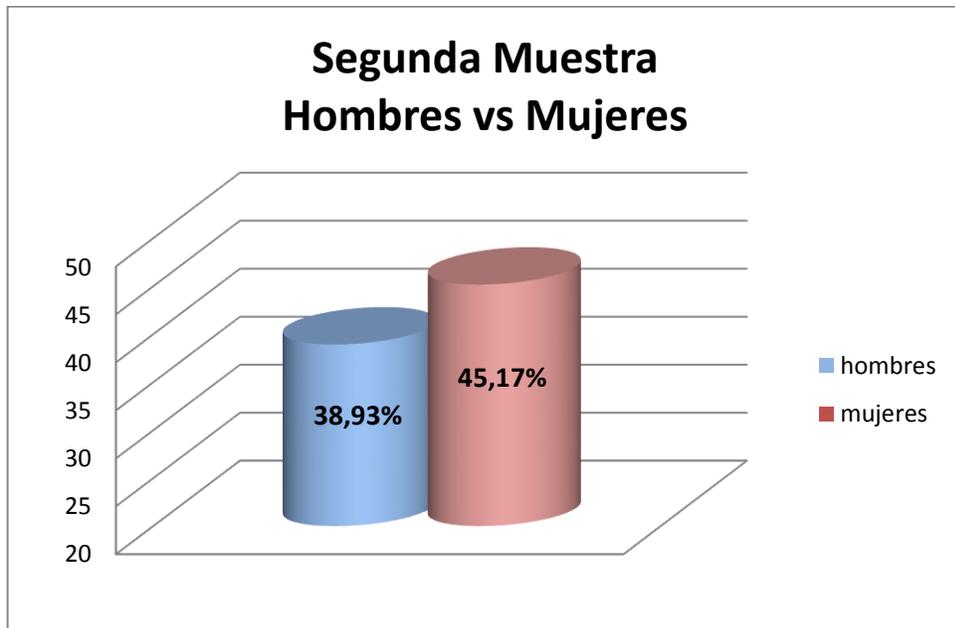


Gráfico 6: Segunda Muestra. Porcentaje de aciertos de Hombres y Mujeres

## DISCUSION

La discriminación de color es un conflicto no resuelto por los estudiantes de 4º año de la carrera de Odontología de la Universidad de Chile. Esto se manifiesta en que ambos grupos (control y experimental) en la primera y segunda medición obtuvieron porcentajes de aciertos menores al 50%, siendo el porcentaje más alto el obtenido por el grupo experimental en la primera medición (43,35%). Este bajo porcentaje de aciertos se puede explicar por la dificultad que posee el muestrario Vitapan Classical para ser ordenado, debido a la asimetría que presenta entre sus tabletas, pudiendo incluso dividir sus tabletas en 4 grupos (Figura 16) asociados según su diferencia total de color ( $\Delta E$ ). Se han realizado mediciones mediante espectrofotómetro, que han permitido evidenciar que la diferencia de color entre tabletas pertenecientes al mismo grupo es muy baja, provocando, de esta manera, una gran dificultad en los participantes al momento de realizar el ordenamiento de las tabletas.<sup>(17)</sup>

Los resultados obtenidos en el presente estudio nos muestran que no existen diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental en ambas mediciones, demostrando la homogeneidad de los grupos.

El grupo experimental no presentó diferencias significativas entre la primera y la segunda medición, por lo tanto, el entrenamiento visual mediante el programa computacional *ECTD* no modificó la capacidad de discriminación de color de los estudiantes de 4º año de la carrera de Odontología de la Universidad de Chile, rechazando de esta manera la hipótesis presentada en el estudio y contrastando con estudios que demuestran que a mayor experiencia mejor capacidad de discriminación de color.<sup>(17, 33, 34)</sup> Uno de los principales factores a analizar para estudios posteriores relacionados con el mismo tema es el tiempo necesario de entrenamiento visual que permita lograr cambios en la capacidad de discriminación de color de los estudiantes utilizando el mismo programa *ECTD*. Otra alternativa sería utilizar otros métodos de entrenamiento visual, como por

ejemplo, ordenamiento según color en dientes extraídos de humanos o bovinos.

El género fue un factor importante en este estudio. Las mujeres mostraron una mejor capacidad de discriminación en el ordenamiento de las 16 tabletas del muestrario Vitapan Classical, siendo significativa esta diferencia en la primera medición. Hay estudios que concuerdan con esta diferencia entre hombres y mujeres <sup>(35)</sup>, mientras otros demuestran que el género no es un factor influyente en la capacidad de discriminación. <sup>(34)</sup> Esta diferencia entre hombres y mujeres se puede explicar debido a las diferencias biológicas, determinadas por el desarrollo programado en los genes sexuales o en los niveles de testosterona. <sup>(36)</sup> En el presente estudio el entrenamiento visual logró eliminar la brecha entre hombres y mujeres, ya que después del entrenamiento no existen diferencias estadísticas entre ellos.

Existen otros factores que intervienen en la capacidad de discriminación de color de las personas. Entre estos factores encontramos el stress, el cansancio y las emociones.<sup>(25)</sup> Presumiblemente estos factores también influyeron en la capacidad de discriminación de los estudiantes al ser realizado en un periodo estudiantil de una alta exigencia mental y física. Otros factores que está comprobado que modifican la capacidad de discriminación de color y que no fueron considerados en este estudio como criterios de exclusión son el uso de analgésicos, antibióticos, antihipertensivos, anticonceptivos, además del alcoholismo. <sup>(25)</sup> En próximos estudios podrían realizarse las pruebas en un periodo estudiantil con menor carga mental y física, a diferencia de éste que fue realizado en un período próximo a la finalización de las actividades estudiantiles anuales.

Una última propuesta sería evidenciar si el entrenamiento visual posee un cambio sostenido en el tiempo en la capacidad de discriminación de color de los estudiantes.

## **CONCLUSIONES**

Los estudiantes demostraron tener una baja capacidad de discriminación en relación al ordenamiento de las 16 tabletas del muestrario Vitapan Classical, obteniendo, en general, un porcentaje de aciertos inferior al 50%.

El entrenamiento visual durante 90 minutos con el programa computacional "*Esthetic Color training in Dentistry*" no modifica la capacidad discriminación de color de los estudiantes de 4º año de la carrera de Odontología de la Universidad de Chile.

Las mujeres tienen una mejor capacidad de discriminación de color que los hombres en el ordenamiento de las 16 tabletas del muestrario Vitapan Classical.

No hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos en la primera y la segunda medición por parte de ambos grupos (control y experimental).

No hay diferencias significativas entre ambos grupos (control y experimental) en ambas mediciones, aunque se observó que el grupo experimental obtuvo levemente mejores resultados que el grupo control.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sturdevant, C. et al,: *Operatoria Dental Arte y Ciencia, Tercera Edición*, pp 631. Edición en español Harcourt Brace de España, S.A.1999. Madrid, España.
2. Paravina RD: *Techniques for improvement of clinical shade matching procedures (Ph.D. disertation)*, University of Nis School of Medicine, Nis, Serbia, 2000.
3. Uribe, J. et al,: *Operatoria Dental Ciencia y Práctica*. pp 234. Ediciones Avances Médico-Dentales, S.L. 1990. Madrid, España.
4. Fazi, G. et al,: *Spectrophotometric evaluation of color match to VITA classical shade guide of four different veneering porcelain systems for metal ceramic restorations*. *Am J Dent* 2009 Feb;22(1):19-22.
5. "The color guide and glossary". X-Rite, Incorporated 1998.  
[http://www.xrite.com/documents/literature/en/L11-176\\_Guide\\_to\\_CM\\_en.pdf](http://www.xrite.com/documents/literature/en/L11-176_Guide_to_CM_en.pdf)  
Dic, 2010
6. Stephen Westland. "Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry". *Journal Esthet Restor Dent* 15: 5-12, 2003.
7. Adrian Yap et all. "Color attributes and accuracy of Vita-based manufacturers shade guides". *Operative Dentistry*. 23: 266-271, 1998.
8. Abhay Sharma, Trista Goike. "Cielab: measuring color on many different media". *American Printer* 2003. Western Michigan University.  
[http://americanprinter.com/prepress/color/printing\\_cielab\\_measuring\\_color/](http://americanprinter.com/prepress/color/printing_cielab_measuring_color/)  
Dic,2010
9. Yong-Keun Lee. "Comparison of Cielab and Ciede 2000 color differences after polymerization and termocycling of resin composites". *Dent Mater*. 2005 Jul;21(7):678-82.
10. Hee Sun KIM, Chung Moon Um. "Color differences between resin composites and shade guides". *Quintessence International* 27: 559-567, 1996.
11. Takasumi Ikeda, Yukie Murata, Hidehiko Sano. "Translucency of opaque-shade resin composites". *American Journal Dental* 17: 127-130, 2004.
12. Yong-Keun Lee et all. "Difference in the colour and colour change of dental resin composites by the background". *Journal of oral Rehabilitation* 32: 227-233, 2005

13. Cretu C., Lingen E. "Coloured Gold Alloys". *Gold Bulletin* 1999, 32(4)
14. Rade D. Paravina, John M. Powers. "Color comparison of two shade guides". *The International Journal of Prosthodontics* 15: 73-78, 2002.
15. Yong-Keun lee et all. "Effects of colour measuring mode and light source on the colour of shade guides". *Journal of Oral Rehabilitation* 29: 1099-1107, 2002.
16. Yong-Keun Lee et all. "Comparison of color of resin composites of white and translucent shades with two shade guides". *Journal Esthet Restor Dent* 13: 179-186, 2001.
17. Paravina, RD. Powers "Esthetic Color Training in Dentistry". Ed. 2004.
18. Paravina, RD. Powers, JM. Fay RM. Dental Color Standards: shade tab arrangement. *J Esthet Restor Dent* 13:254, 2001.
19. Silva, F. Moncada, G. Angel, P. "Estudio comparativo del diagnóstico de restauraciones dentales, según los criterios Ryge modificados, entre el método de evaluación clínico y el de fotografías digitales procesadas en Adobe Photoshop." Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista. 2010. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
20. Internet: <http://www.cienciaonline.com/2007/12/16/van-morrison-longitud-de-onda/> Nov,2010
21. Internet:<http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/ecofisiologia/> Nov,2010
22. Internet:<http://www.peritosonline.com.ar/papel%20el%20quinto%20color.html> Nov,2010
23. Internet:<http://www.directindustry.es/prod/konica-minolta-sensing-america/espectrofotometro-18425-415251.html> Nov,2010
24. Internet:[http://www.dental-laval.cl/abril\\_2010/CATALOGO\\_PDF\\_ABRIL\\_2010.pdf](http://www.dental-laval.cl/abril_2010/CATALOGO_PDF_ABRIL_2010.pdf) Nov,2010
25. Brewer J. et al. *Advances in color matching. Dent Clin N Am* 48 (2004) 341-358
26. Goldstein R. *Study of need for esthetics in dentistry. J Prosthet Dent* 1969; 21:589-98.
27. Barrancos Mooney J. Barrancos P. *Operatoria Dental Integración Clínica*, 4<sup>a</sup> ed, 843-870. Editorial Médica Panamericana S.A. 2006 Buenos Aires, Argentina.
28. *Diccionario de la Real Academia Española*. 20<sup>a</sup> ed. Espasa Calpe; 1984.
29. *Biblia Reina-Valera*. Revisión 1960. Editado por Sociedades Bíblicas Unidas. 2<sup>a</sup> Reyes 9:30.

- 30.** *Biblia Reina-Valera. Revisión 1960. Editado por Sociedades Bíblicas Unidas Ester 2:1-9.*
- 31.** *Mayekar SM. Shade of a color: Illusion or reality? Dent Clin North Am 2001; 45(1):155-72.*
- 32.** *Eves MG. Shade selection and value control. J Dent Technol 2000; 17(1):11-7.*
- 33.** *Capa N, Malkondu O, Kazazoglu E, Calikkocaoglu S. Evaluating factors that affect the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople. JADA January 2010 vol.141. 71-76*
- 34.** *Rishita A. Jaju, D.M.D.; Shigemi Nagai, D.D.S., M.S.D., Ph.D.; Nadeem Karimbux, D.M.D., M.D.; John D. Da Silva, D.M.D., M.P.H., Sc.M. Evaluating tooth color matching ability of dental students. J. of Dental Education. January 2010 Vol. 74. (9) 1002-10.*
- 35.** *Haddad HJ, Jakstat HA, Arnetzl G, Borbely J, Vichi A, Dumfahrt H, Renault P, Corcodel N, Pohlen B, Marada G, de Parga JA, Reshad M, Klinke TU, Hannak WB, Paravina RD . Does gender and experience influence shade matching quality? J. Dent 2009; 37 Suppl 1: 40-4.*
- 36.** *Dobkins KR, Bosworth RG, McCleery JP. Effects of gestational length, gender, postnatal age, and birth order on visual contrast sensitivity in infants. J Vis. 2009 Sep 30;9(10):19.1-21.*

## ANEXO 1

### UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE ODONTOLOGIA HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPACION EN ESTUDIO DE INVESTIGACION

**Título del estudio:** "Influencia del entrenamiento visual en la capacidad de discriminación de color en estudiantes de odontología".

**Patrocinador:** Departamento de Operatoria Dental Clínica de la Universidad de Chile.

**Investigador:** Maglio Henríquez Ibaceta.

**Lugar:** Edificio Clínico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

**Asociados al estudio:** Dr. Gustavo Moncada, Dr. Pablo Angel, Dra Gloria Xaus, Dra Catherine Leighton.

#### **INTRODUCCION:**

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación. Antes de que decida participar lea cuidadosamente este consentimiento. Haga todas las preguntas que usted tenga, para asegurarse de que entienda los procedimientos del estudio.

#### **PROPOSITOS DEL ESTUDIO:**

Identificar si el entrenamiento visual modifica la capacidad de discriminar entre un color y otro.

#### **PARTICIPANTES DEL ESTUDIO:**

Podrán formar parte de este estudio los estudiantes que en el año 2010 estén realizando el curso de Operatoria Dental Clínica de cuarto año de la carrera de Odontología de la Universidad de Chile. Este estudio es absolutamente voluntario y usted puede abandonar el estudio en cualquier momento.

#### **PROCEDIMIENTOS:**

Se realizará una medición inicial que consistirá en ordenar un muestrario de color Vitapan Classical que consta de 16 tabletas, las que deberá ordenar de la más clara a la más oscura en una sala previamente habilitada con las características de estandarización establecidas en la literatura. Este ordenamiento se realizará 3 veces en la misma sesión para descartar el azar.

Posterior a esta primera medición, se efectuará un entrenamiento visual que consistirá en 2 sesiones de 45 minutos utilizando un programa computacional llamado Esthetic Color Training of Dentistry, que cuenta con ejercicios de ordenamiento de cuadros de los más claros a los más oscuros. Este entrenamiento lo realizará la mitad de los participantes, los que serán seleccionados aleatoriamente.

Una semana después se realizará la medición final del estudio, con las mismas características de la primera.

#### **CONSENTIMIENTO:**

He leído la información de esta hoja de consentimiento, o se me ha leído de manera adecuada. Todas mis preguntas sobre el estudio y mi participación han sido atendidas.

Firma del Participante:.....

R.U.T del Paciente:.....

Fecha:.....

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPACION EN  
ESTUDIO DE INVESTIGACION**

**Título del estudio:** "Influencia del entrenamiento visual en la capacidad de discriminación de color en estudiantes de odontología".

**Patrocinador:** Departamento de Operatoria Dental Clínica de la Universidad de Chile.

**Investigador:** Maglio Henríquez Ibaceta.

**Lugar:** Edificio Clínico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

**Asociados al estudio:** Dr. Gustavo Moncada, Dr. Pablo Angel, Dra Gloria Xaus, Dra Catherine Leighton.

**INTRODUCCION:**

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación. Antes de que decida participar lea cuidadosamente este consentimiento. Haga todas las preguntas que usted tenga, para asegurarse de que entienda los procedimientos del estudio.

**PROPOSITOS DEL ESTUDIO:**

Identificar si el entrenamiento visual modifica la capacidad de discriminar entre un color y otro.

**PARTICIPANTES DEL ESTUDIO:**

Podrán formar parte de este estudio los estudiantes que en el año 2010 estén realizando el curso de Operatoria Dental Clínica de cuarto año de la carrera de Odontología de la Universidad de Chile. Este estudio es absolutamente voluntario y usted puede abandonar el estudio en cualquier momento.

**PROCEDIMIENTOS:**

Se realizará una medición inicial que consistirá en ordenar un muestrario de color Vitapan Classical que consta de 16 tabletas, las que deberá ordenar de la más clara a la más oscura en una sala previamente habilitada con las características de estandarización establecidas en la literatura. Este ordenamiento se realizará 3 veces en la misma sesión para descartar el azar.

Una semana después se realizará la medición final del estudio, con las mismas características de la primera.

**CONSENTIMIENTO:**

He leído la información de esta hoja de consentimiento, o se me ha leído de manera adecuada. Todas mis preguntas sobre el estudio y mi participación han sido atendidas.

Firma del Participante:.....

R.U.T del Paciente:.....

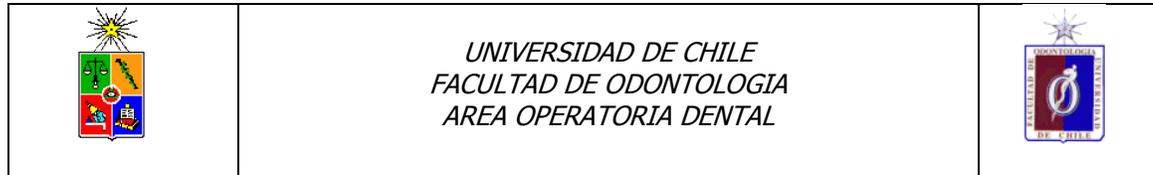
Fecha:.....

**ANEXO 2****TABLA DE CODIGOS POR TABLETA**

En esta tabla se encuentran las tabletas del muestrario Vitapan Classical, ordenadas de la más clara a la más oscura, según la diferencia total de color ( $\Delta E$ ).

<b>B1</b>	<b>A1</b>	<b>C1</b>	<b>D2</b>	<b>A2</b>	<b>B2</b>	<b>A3</b>	<b>D3</b>
X	R	F	Z	T	W	Y	S

<b>C2</b>	<b>D4</b>	<b>C3</b>	<b>B3</b>	<b>A3.5</b>	<b>B4</b>	<b>A4</b>	<b>C4</b>
N	P	L	Q	V	M	H	D



### ANEXO 3

#### Calibración de Pantalla de Computador con Adobe Gamma

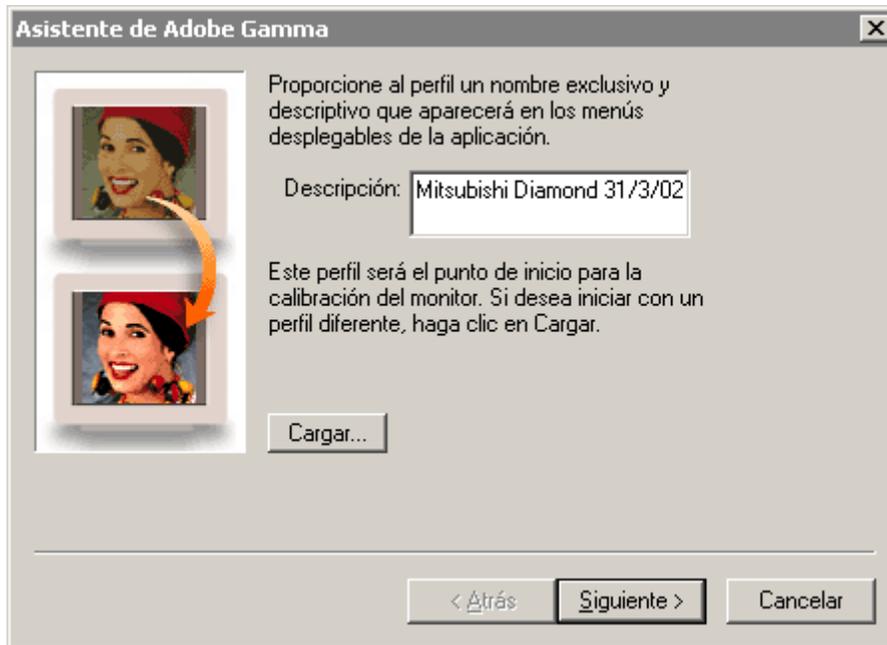
##### Elegir el modo "Paso a paso"

La primera vez que se abre Adobe Gamma, se le pide al usuario que elija entre usar un "Asistente" o un "Panel de control" (*Control Panel*). El método más fácil de seguir es el de usar el de "Paso a paso (Asistente)" (*Step by step wizard*).



## Cargar un perfil de partida

Utilizando la opción "**Cargar**", elige el perfil de tu monitor o elige uno que creas similar. En caso de duda total, escoge "**(Monitor) sRGB**".



Antes de proceder al paso siguiente, debemos asegurarnos de que damos al perfil una descripción única, no repetida, y que de incluimos allí la fecha (por ejemplo "**Eizo FlexScan L768 08/12/2006**").

## Ajustar contraste y brillo

Ajusta el contraste del monitor al máximo. A continuación ve ajustando el brillo hasta que el recuadro gris del interior se vea sólo por poco dentro del cuadro negro más grande. Entornar los ojos un poco en este proceso puede ayudar, lo mismo que apagar las luces de la habitación o reducirlas bastante.



## Indicar los fósforos del monitor

Si has decidido usar un perfil de monitor proporcionado por el fabricante para tu monitor concreto, es muy probable que **los fósforos del monitor** estén "personalizados" (*custom*). Si así fuera, dejalos como estén. Si no tienes un perfil para tu monitor, puedes elegir marcarlos como "P22-EBU".



## Ajustar medios tonos

De momento, toma la opción de " [Ver sólo Gamma única](#) ". Sin embargo, conviene recordar que esta opción **sólo** permite ajustar el brillo relativo del monitor, no neutralizar **dominantes** de color.

Ajusta el control hasta que veas que el recuadro gris interior se funde con el recuadro gris más grande. Una vez más, entornar los ojos un poco y separarse un poco de la pantalla pueden ayudar. Cuando lo hayas conseguido, quita la marca a la casilla de "[Ver sólo Gamma única](#)" (*View single Gamma*).



## Neutralizar tonos

Este paso consiste en neutralizar las dominantes de color que pueda tener nuestro monitor. Ajusta ahora cada uno de los controles (rojo, verde y azul) hasta que los recuadros interiores se fundan con los exteriores (puedes volver a entornar los ojos).

El tono más difícil de ajustar suele ser el verde. **Debes perseverar.** Cuanto más te aproximes a un buen ajuste en este punto, más exacto será el perfil resultante.



## Establecer valor gamma

Dependiendo de tu tipo de ordenador, elige "[Valores por defecto de Windows](#)" o "[valores por defecto de Macintosh](#)". Lo cierto es que hoy día esta elección no es tan importante como antes y puedes elegir cualquiera de las dos con la seguridad de que Photoshop efectuará las correcciones necesarias allí donde haga falta. Personalmente, aunque trabajo con Macintosh, elijo el valor 2.2.



## Establecer la temperatura de color

Probablemente ya tengas ajustado en *hardware* el punto blanco del monitor mediante los botones frontales que los monitores suelen tener. La mayoría de estos aparatos suelen tener un punto blanco de origen de "9.300° K" [más bien azulado], por lo que deberías comprobar si se ha ajustado de alguna manera.

Elegir "6.500° K" proporciona el punto blanco más limpio y brillante, y se acerca bastante a la llamada "luz día".



Hablando en términos generales, es mejor dejar el **punto blanco ajustado** en el valor "igual que el hardware" (*same as hardware*).



## Comparar resultados y terminar

Ya está, si todo ha ido bien, habrás puesto los valores de brillo, contraste y color de tu monitor en su punto óptimo. Haz una rápida comprobación de que todo parece correcto usando los botones de elección de "antes" (*before*) y "después" (*after*). Si crees que la pantalla parece mostrar **una apariencia más neutra** que antes, entonces elige la opción "finalizar" (*finish*) y "guardar" (*save*).

