

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
“IN SCIENTIA ET FIDE ERIT FORTITUDO NOSTRA”

Facultad de Medicina Humana
Escuela Profesional de Medicina Humana



**“FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS
PACIENTES DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III
YANAHUARA-AREQUIPA-2017”**

**Tesis presentada por el
Bachiller:**

RAMIRO MARIO PORRAS ZEA

Para optar el título profesional de:

MÉDICO CIRUJANO

Asesor: Dr. Dante Fuentes Fuentes

Arequipa - Perú

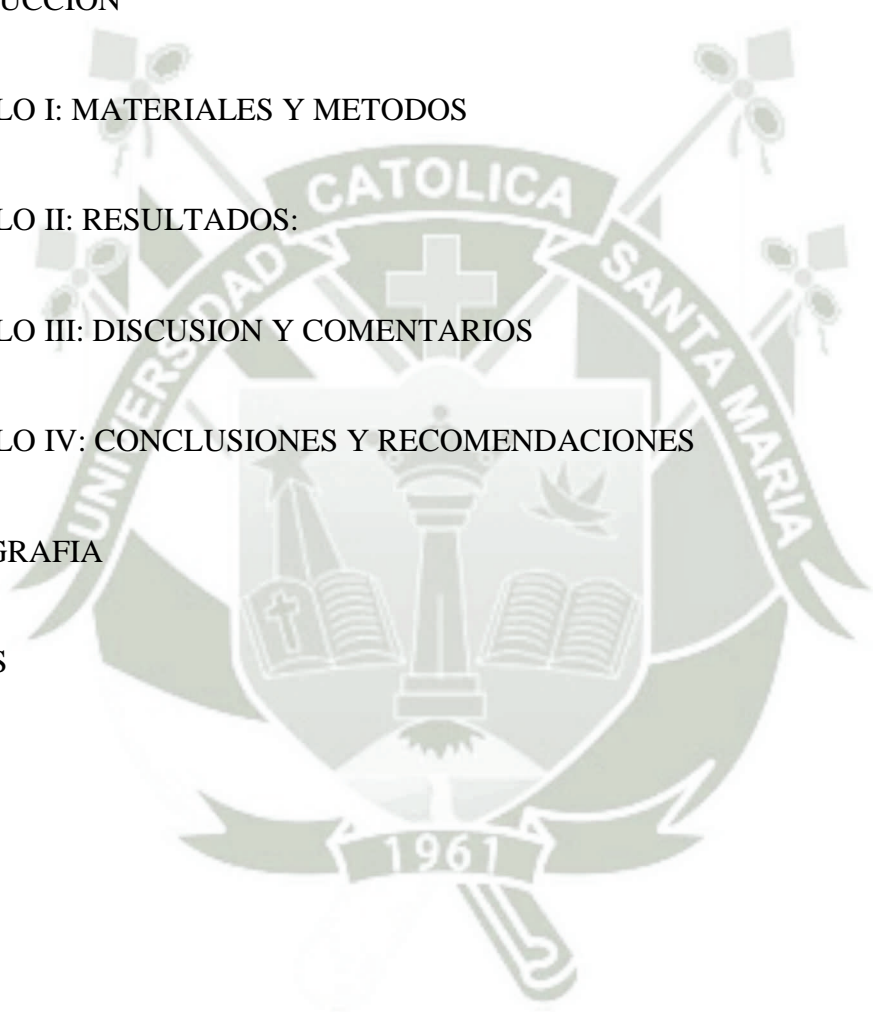
2017

A Mis Padres y a Dios quien es el que dirige mí camino y pone en el personas llenas de bondad y hace que crezca cada día más como persona.



INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 04 |
| ABSTRACT | 05 |
| INTRODUCCION | 06 |
| CAPITULO I: MATERIALES Y METODOS | 09 |
| CAPITULO II: RESULTADOS: | 14 |
| CAPITULO III: DISCUSION Y COMENTARIOS | 37 |
| CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 45 |
| BIBLIOGRAFIA | 49 |
| ANEXOS | |



RESUMEN

OBJETIVO: Determinar la frecuencia y la severidad de discromatopsias en los pacientes del servicio de pediatría del hospital III YANAHUARA-AREQUIPA-2017; comprobar si la muestra de ejercicios catalogados como difíciles de resolver para discromatas, resultan efectivamente difíciles

MÉTODOS: Se realizó un estudio de tipo prospectivo y de corte transversal con 114 niños atendidos en los servicios de consulta externa de pediatría del hospital III Yanahuara; seleccionados tras la aplicación de los criterios de elegibilidad. Se utilizó el test de Ishihara para el diagnóstico.

RESULTADOS: La frecuencia de discromatopsia en la población atendida en el servicio de consultorio externo del hospital III Yanahuara fue del 8.8% del cual un 7.9% fue en la población masculina y 0.9% en la femenina. La discromatopsia más frecuente fue la deuteroanomalia con un 7.9 % seguida por la protanomalia con un 0.9%; no se encontró niños con discromatopsias severas. Los pacientes discromatas demostraron en un 100% dificultad para resolver un cuestionario con ejercicios para niños de inicial y primaria. Demostraron dificultad en más de un 50% del total de ejercicios. Del material educativo analizado, la editorial la cual tiene mayor contenido de difícil interpretación para discromatas fue SANTILLANA con un 12% del total de páginas; seguida de BRUÑO con un 10% y la de menor contenido fue COVEÑAS con un 2% del total de sus páginas, se determinó que los libros de matemática tenían mayor contenido con difícil interpretación para pacientes discromatas.

CONCLUSIÓN: La frecuencia de discromatopsia fue en un 7.9%, el sexo más frecuente fue el masculino, se observó que podría influir en el aprendizaje académico así como que el binomio rojo-verde es muy frecuente encontrado en las páginas del material educativo. El porcentaje medio de páginas que contengan ejercicios de difícil interpretación para niños discromatas fue del 7%.

PALABRAS CLAVE: Discromatopsia, deuteroanomalia, protoanomalia, test ishihara.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To determine the frequency and severity of dyschromatopsias in patients in the pediatric hospital of the III YANAHUARA-AREQUIPA-2017 hospital; Check if the sample of exercises classified as difficult to solve for discromatas, are effectively difficult

METHODS: A prospective, cross-sectional study was carried out with 114 children attending the outpatient services of pediatrics at Hospital III Yanahuara; Selected following the application of the eligibility criteria. The Ishihara test was used for diagnosis.

RESULTS: The frequency of dyschromatopsia in the population served in the outpatient department of the III Yanahuara hospital was 8.8% of which 7.9% was in the male population and 0.9% in the female. The most frequent dyschromatopsia was deuteranomaly with 7.9% followed by protanomaly with 0.9%; No children with severe dyschromatopsias were found. Discipline patients demonstrated 100% difficulty in solving a questionnaire with exercises for initial and primary children. They demonstrated difficulty in more than 50% of the total of exercises. Of the educational material analyzed, the publisher which has the most content of difficult interpretation for discromatas was SANTILLANA with 12% of the total of pages; Followed by BRUÑO with 10% and the lowest content was COVEÑAS with 2% of the total pages. It was determined that the math books had more content with difficult interpretation for patients with dysplasia.

CONCLUSION: The frequency of dyschromatopsia was 7.9%, the most frequent sex was male, it was observed that it could influence academic learning as well as that the red-green binomial is very frequently found in the pages of educational material. The average percentage of pages containing difficult-to-interpret exercises for discromatas was 7%.

KEYWORDS: Dyschromatopsia, deuteranomaly, protanomaly, test Ishihara.

INTRODUCCION

La visión cromática no es más que la respuesta fisiológica y psicológica al estímulo de la radiación que incide en los ojos. Es por ello que el color no es una propiedad intrínseca de los cuerpos sino la forma en que las personas interpretan las diferentes frecuencias que forman parte de la luz; por otro lado también el color va a depender de las longitudes de onda con la que los objetos van a refractar y reflejar selectivamente.

Los defectos en la visión cromática son congénitos o adquiridos; los congénitos o hereditarios casi siempre son de tipo rojo-verde, y este afecta aproximadamente al 8% de los varones y al 0.5% de mujeres y afectan a ambos ojos de la misma manera, mientras los adquiridos son con mayor frecuencia la variedad azul-amarillo, afectando de igual manera a ambos sexos y afecta más a un ojo que el otro. (1,4,11,12,13)

La discromatopsia o ceguera a los colores es un trastorno de la visión en la que hay una dificultad para diferenciar los colores esto se debe a la ausencia de una de las tres células sensibles a los colores de la retina causado por un gen mutante ligado a cromosoma X; esto va a determinar que estos individuos tengan conos foto receptores con solo dos de los tres pigmentos. Las personas con deficiencia rojo-verde, es decir pérdida del pigmento rojo fueron los primeros en describirse por ello se llama **PROTANOPIA**. El segundo tipo fue la verde-rojo que implica pérdida del pigmento verde y se conoce como **DEUTERANOPIA**. La ceguera a los colores azul- amarillo se llama **TRITANOPIA**. (1,4,11,12,13)

La importancia de la detección y manejo de la discromatopsia va a radicar en que estas personas van a sufrir limitaciones y en especial en su desempeño

diario como por ejemplo laboral (pilotos de avión, obreros que trabajan en control de calidad, obreros que trabajan con fibra óptica), jóvenes que postulan a determinadas entidad de las FFAA o simplemente realizar una actividad tan necesaria en nuestro medio como el de conducir un automóvil y peor aún si este podría convertirse en su oficio y por último y en especial los niños que pleno siglo XXI las telecomunicaciones se han convertido en la base de su aprendizaje y toda esta está llena de colores y formas.

La información con la que se cuenta sobre la frecuencia, severidad y posible implicancia en el día a día de los pacientes discromatas son muy escasos y casi nulos en nuestro medio local por ende el motivo de realizar este estudio para poder identificar la prevalencia de discromatopsias en el hospital III YANAHUARA y así como los factores asociados más relacionados; con la esperanza que esta información obtenida sirva de ayuda para nuestros profesionales de la salud como los encargados de nuestras políticas de salud de tal manera que la ayuda y atención hacia las personas con esta discapacidad sea más eficiente.

La importancia radica en que al detectar la alteración en la visión cromática vamos a evitar las complicaciones a posteriori que puede acarrear esta discapacidad que va desde una simple alteración en la discriminación de un color o tono de colores como puede opinar el personal no médico o el no identificado con esta alteración; hasta cuando pierde el término simple que es cuando nos referimos al futuro vocacional de un niño que por muchos años ansió una profesión o realizar la profesión de sus ancestros (Piloto de avión , FFAA, conductor de transportes terrestres) y se ve truncado de la noche a la mañana; o la de un padre que es retirado de su centro de labor (control de

calidad, trabajos con fibra óptica) tras no pasar el examen médico laboral quedando con una gran carga familiar y crisis económica o simplemente y de mayor importancia a nuestro parecer, la de un pequeño niño en la que consideramos que las comunicaciones por la cuales se les brinda toda la información y estrategias de aprendizaje necesarias para su desarrollo como ser humano y así como las telecomunicaciones que son actualmente la primer contacto que tiene con el mundo externo está lleno de un lenguaje y símbolos llenos de colores, tonalidades y formas.

Está por demás referirnos también a lo que ya citamos anteriormente de forma tasita; es decir al gran daño psicológico que este produce entre sus portadores ya que el diagnóstico se realiza en momentos de gran importancia para estas personas como la imposibilidad de laborar en un determinado oficio, el no poder ingresar a una institución determinada y peor aún enfrentarse de primer momento a un sistema de educación el cual no va acorde con tu naturaleza y con tan solo 4, 5 o 6 años.

Es ahí donde radica el motor que nos impulsa esta investigación y es el dirigirse a la población con alteración de la percepción de los colores y sus tonalidades de etiología congénita y a la población más inocente las cuales son los niños y adolescentes.



CAPITULO I

MATERIAL Y METODOS

1. Técnicas, Instrumentos y materiales de verificación

1.1 Técnicas: Se realizó la aplicación de la técnica de la entrevista, a los niños atendidos en el servicio de pediatría - consultorio externo del Hospital III YANAHUARA, cuyos padres aceptaron la misma y que cumplan los criterios de selección, previa autorización de la jefatura del servicio de pediatría, informando a los padres que los resultados se utilizaran para un trabajo de investigación. Así también a pesar de no ser objeto del estudio se realizó la aplicación de la técnica encuesta a los profesores de nivel inicial y primario sobre el grado de conocimiento sobre discromatopsia; como la técnica de observación directa para el análisis colorimétrico del material educativo. (libros)

1.2 Instrumentos: El instrumento que se utilizó consiste en una ficha de recolección de datos (Anexo número 1) ,el cuestionario de ejercicios de difícil resolución para discromatas previamente validado, (Anexo número 3); así como la encuesta realizada a los profesores, (Anexo número 2) y el test de Ishihara (Anexo número 4) , teste de colores básico, (Anexo número 5)

2 Materiales:

Los materiales fueron las impresiones de los diferentes instrumentos, los materiales de escritorio y una PC Pentium IV con Sistema Operativo Windows Vista, Procesador de Texto Word 2010, Excel 2010.

3 Campo de verificación

- a. **Ubicación Espacial:** La presente investigación se realizó en el ámbito específico del servicio consulta externa de pediatría del Hospital III YANAHUARA, ubicado en el ámbito general de la ciudad de Arequipa
- b. **Ubicación Temporal:** La información fue recolectada durante el mes de marzo del 2017
- c. **Unidades de Estudio:** Información obtenida de los niños atendidos en el servicio de consulta externa del Hospital III YANAHUARA; así como de los profesores que laboran en el nivel inicial y primario de diferentes colegios de nuestra ciudad.

Población:

Se trata de la población atendida en los servicios de consulta externa del hospital III YANAHUARA-AREQUIPA.

Población de estudio:

Se estudiara un total de 114 niños atendidos en el servicio de consulta externa en el Hospital III YANAHUARA-AREQUIPA, que reúnan los criterios de inclusión y exclusión propuestos.

Criterios de Selección:

Criterios de inclusión:

- Niños del servicio de pediatría del hospital III Yanahuara- EsSalud.
- Niños mayores de 6 años y menores de 18 años.

Criterios de exclusión:

- Niños cuyos padres no desean que su menor colabore con la investigación.
- Niños que no sepan contar números.
- Niños que no concluya el estudio.

Estrategia de Recolección de datos

3.1 Organización

- Se inicia con la elaboración y respectiva aprobación del proyecto de tesis.
- Se procedió a la posterior coordinación y solicitud de permisos correspondientes; principalmente a la jefatura del servicio de pediatría del hospital III YANAHUARA – AREQUIPA.
- Se desarrolla la matriz en Excel, para su estudio.

3.2 Recursos

3.2.1 Recursos Humanos

Investigador: PORRAS ZEA RAMIRO MARIO

Asesor: DANTE FUENTES FUENTES

3.2.2 Físicos:

Infraestructura del Hospital YANAHUARA

3.2.3 Financieros

Autofinanciado

3.4 Criterios para manejo de resultados

Los datos categóricos fueron expresados como frecuencias absolutas y porcentuales; al ser un estudio netamente descriptivo se utilizó solo estadística descriptiva cuyos resultados fueron expresados a través de tablas y gráficas realizadas a través del programa Microsoft Excel 2010.





CAPÍTULO II

RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación el cual fue realizado en el servicio de consulta externa de pediatría del hospital III Yanahuara- Arequipa, del cual se llegaron a evaluar 300 niños atendidos en dicho servicio durante el periodo de febrero – marzo 2017.

De esta población se seleccionaron 114 niños que cumplían los criterios de elección y cuyas madres permitían su participación en el trabajo. Es decir que de este grupo fueron descartados 186 niños. Se descartaron 38 niños atendidos en el servicio de pediatría por ser portadores de enfermedades que no permitían que se les realice el estudio (esquizofrenia, déficit de atención, problemas conductuales), se descartaron 52 niños que a pesar de tener un aparente nivel educativo óptimo para el estudio no tenían un desenvolvimiento adecuado.(No saber sumar hasta el 100); y por último se descartaron 96 niños atendidos que no concluyeron el estudio por motivo de tiempo disponible de parte de los padres o del propio niño.

**“FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS
PACIENTES DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III
YANAHUARA-AREQUIPA-2017”**

TABLA 1

TABLA DE DISTRIBUCIÓN POR SEXO

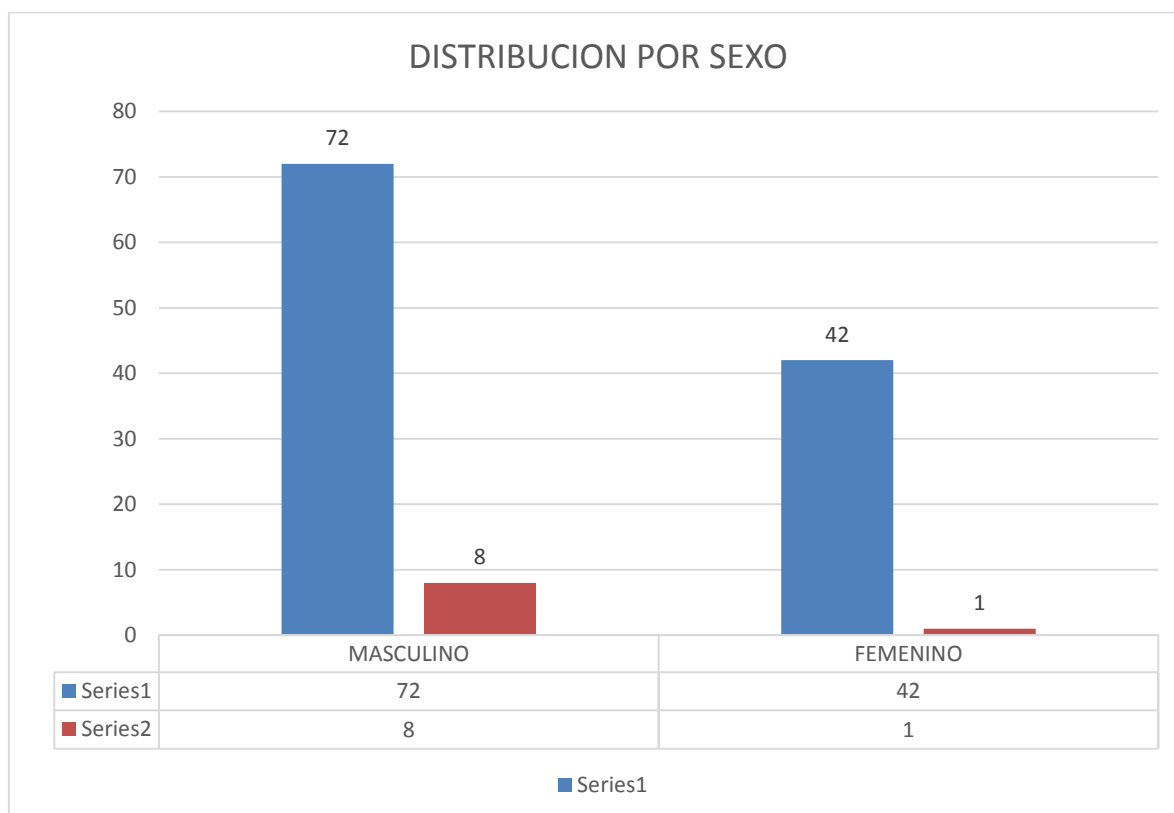
| SEXO | ENFERMOS | % SEXO | % POBLACION |
|-----------|----------|--------|-------------|
| MASCULINO | 72 | 8 | 7% |
| FEMENINO | 42 | 1 | 0.9% |
| TOTAL | 114 | 9 | 7.9% |

Fuente Propia

Interpretación: El sexo masculino fue determinante tanto en el estudio (N= 72) como en el caso de los pacientes con alteración de la visión cromática (N= 8); siendo este el ultimo el 7% de la población en estudio versus un 0.9 % en el sexo femenino de total de la población en estudio.

**“FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS
PACIENTES DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III
YANAHUARA-AREQUIPA-2017”**

Grafico 1



Fuente Propia

Interpretación: El sexo **Masculino** fue predominante tanto en la población general del estudio como en la población en la que se encontró alteración en la visión cromática.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOSIS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

TABLA 2

DISTRIBUCION POR EDADES

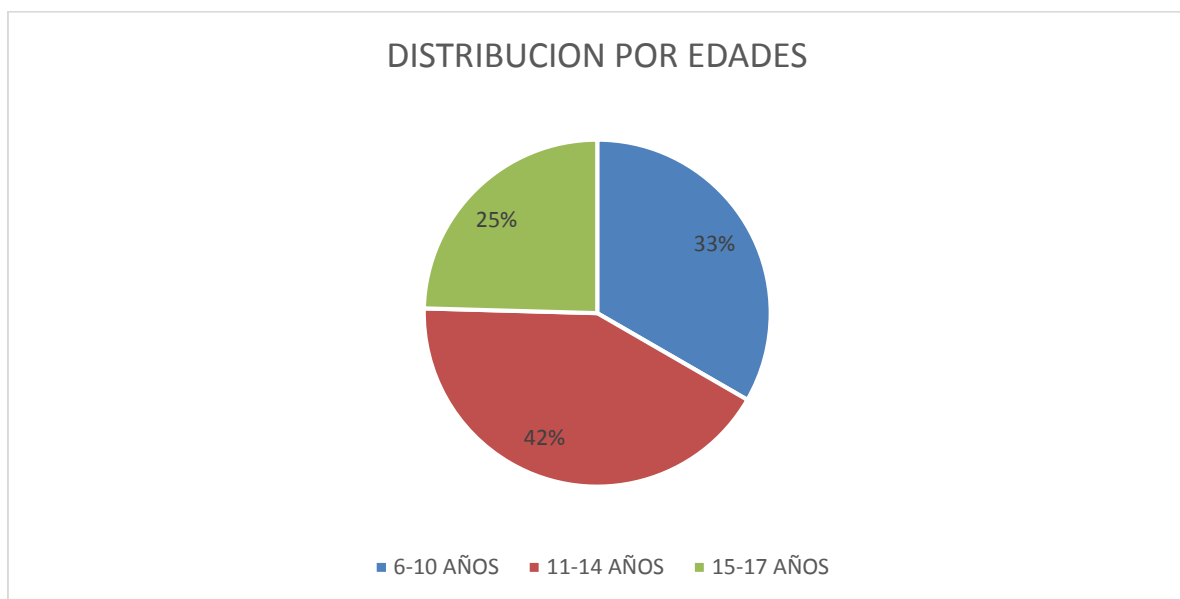
| EDAD | DISCROMATAS | % POBLACION | % DE DISCROMATAS POR RANGO DE EDAD | % DE DISCROMATAS |
|------------|-------------|-------------|------------------------------------|------------------|
| 6-10 AÑOS | 38 | 2 | 33% | 1.8% |
| 11-14 AÑOS | 48 | 2 | 42% | 1.8% |
| 15-17 AÑOS | 28 | 5 | 25% | 4.4% |
| TOTAL | 114 | 9 | 100% | 7.9% |

Fuente Propia

Interpretación: Las edades en la que se encontró la población fue mayor en el rango de 11 a 14 años con un 42 % de la población general pero el rango en donde mayor discromatas existió fue el de 15 a 17 años con un 4.4% de la población general siendo este un 17.9% de la población del mismo rango de edad.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Grafico 2



Fuente Propia

Interpretación: Las edades en la que se encontró la población estudiada fueron mayores en el rango de 11 a 14 años con un 42 % del total.

**FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”**

Tabla 3

RESULTADO TEST DE ISHIHARA E INTERPRETACION

| | PACIENTE | # DE LAMINAS ERRONEAS | LAMINAS | ALTERACION CROMÁTICA | SEXO | EDAD |
|---|---------------|--------------------------|------------------|----------------------|------|------|
| 1 | R.L.S. | 5 | 5--9--22--23--24 | PROTANOMALÍA | M | 10 |
| 2 | A.V.A. | 4 | 9--13--22--23 | DEUTEROANOMALÍA | F | 13 |
| 3 | L.Q.C | 3 | 9--22--23 | DEUTEROANOMALÍA | M | 15 |
| 4 | C.M.R | 3 | 9--22--23 | DEUTEROANOMALÍA | M | 17 |
| 5 | N.A.J | 3 | 9--22--23 | DEUTEROANOMALÍA | M | 15 |
| 6 | G.G.J | 3 | 9--22--23 | DEUTEROANOMALÍA | M | 15 |
| 7 | L.T.B. | 4 | 9--22--23--25 | DEUTEROANOMALÍA | M | 16 |
| 8 | C.P.J | 3 | 9--22--23 | DEUTEROANOMALÍA | M | 12 |
| 9 | C.K.S | 3 | 9--22--23 | DEUTEROANOMALÍA | M | 8 |
| | PREDOMINANCIA | 3 | 9--22--23 | DEUTEROANOMALÍA | M | 13 |

Fuente Propia

Interpretación: observamos que fueron **9** pacientes los que fallaron en la observación de los discos cromáticos del test de Ishihara y la media de láminas fallidas fueron **3**; entre ellas las láminas 9-22-23 las más frecuentes en provocar error en su lectura así como que la deuteranomalía fue la alteración cromática más frecuente.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Tabla 4

DISTRIBUCION DE LAS DISCROMATOPSIAS

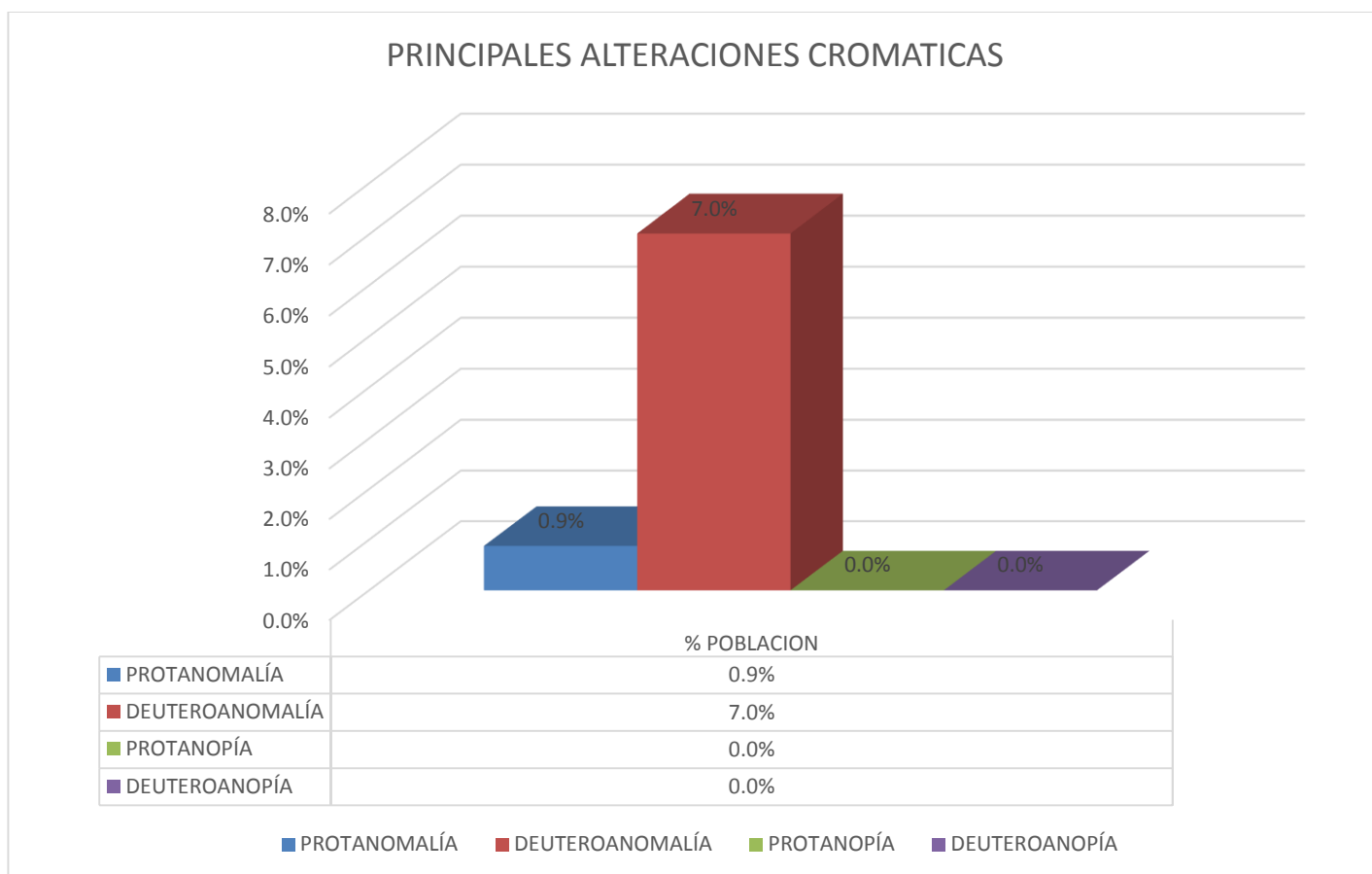
| ALTERACIÓN CROMÁTICA | TOTAL | % POBLACION | % ENFERMOS |
|----------------------|-------|-------------|------------|
| PROTANOMALÍA | 1 | 0.9% | 11% |
| DEUTEROANOMALÍA | 8 | 7.0% | 89% |
| PROTANOPIÍA | 0 | 0.0% | |
| DEUTEROANOPIÍA | 0 | 0.0% | |
| NINGUNA | 105 | 92.1% | |
| TOTAL | 114 | 100.0% | 100.0% |

Fuente Propia

Interpretación: se observa que la principal alteración cromática es la **Deuteroanomalia** con un **7%** seguida de la **Protanomalia** con un **0.9%**.

**FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”**

Grafico 3



Fuente Propia

Interpretación: se observa que la principal alteración cromática es la **Deuteranomalía** con un **7%** seguida de la **Protanomalía** con un **0.9%** y no se encontró ninguna discromatopsia severa es decir ni **Protanopía ni Deuteranopía**.

**FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”**

Tabla 5

DISTRIBUCION DE RESPUESTAS DEL TOTAL DE EJERCICIOS

| RESOLUCION | # DE EJERCICIOS | % | > # RESPUESTAS POR PACIENTE | # PACIENTES | TIPO DISCROMATOPSIA |
|--------------------------------------|-----------------|------|--------------------------------|----------------|-------------------------------|
| A: RESOLUCION OPTIMA | 26 | 48% | 4 | 2 | DEUTEROANOMALO |
| B: DIFICULTAD EN LA RESOLUCION | 18 | 33% | 3 | 2 | DEUTEROANOMALO |
| C: IMPOSIBILIDAD EN LA RESOLUCION | 10 | 19% | 3 | 2 | PROTANOMALO DEUTEROANOMALO |
| TOTAL | 54 | 100% | | | |

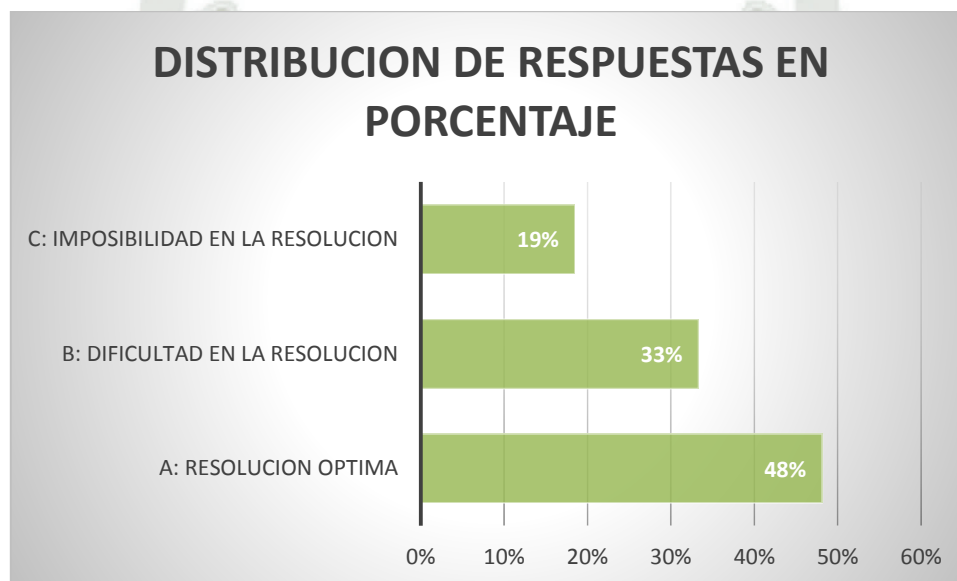
Fuente Propia

INTERPRETACIÓN: el total de pacientes discromatas fallo en la resolución de los ejercicios del cuestionario y siendo tan solo desarrollados adecuadamente un **48%** del total de ejercicios.

Los de mejor desenvolvimiento fueron dos pacientes con solo **2 errores siendo estos deuteranomalos**. Por otro lado el de peor desenvolvimiento fueron también 2 pacientes con **la imposibilidad de realizar 3 de los seis ejercicios y fueron el protanomalo y uno de los deuteranomalos**.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Grafico 4

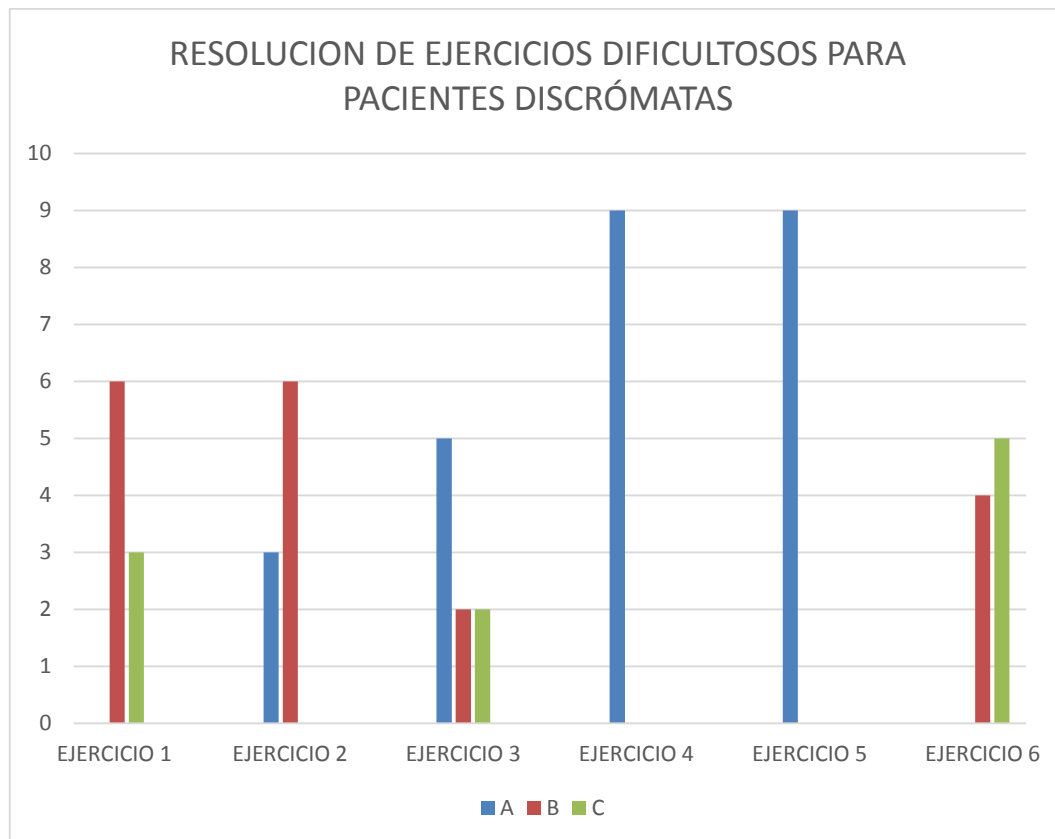


Fuente Propia

Interpretación: el total de pacientes discromatas fallo en la resolución de los ejercicios del cuestionario y siendo tan solo desarrollados adecuadamente un 48% del total de ejercicios y un 19% del total de ejercicios fueron imposibles de desarrollar.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Grafico 5



Fuente Propia

Interpretación: observamos que el ejercicio que produjo **mayor grado de dificultad** para su desarrollo fue el **ejercicio numero 6** seguido del **ejercicio 1**, los de dificultad media aparentemente fueron los ejercicios 2 y 3; finalmente los **de fácil desarrollo** siendo resueltos correctamente por todos los pacientes fueron el 4 y 5.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Tabla 6

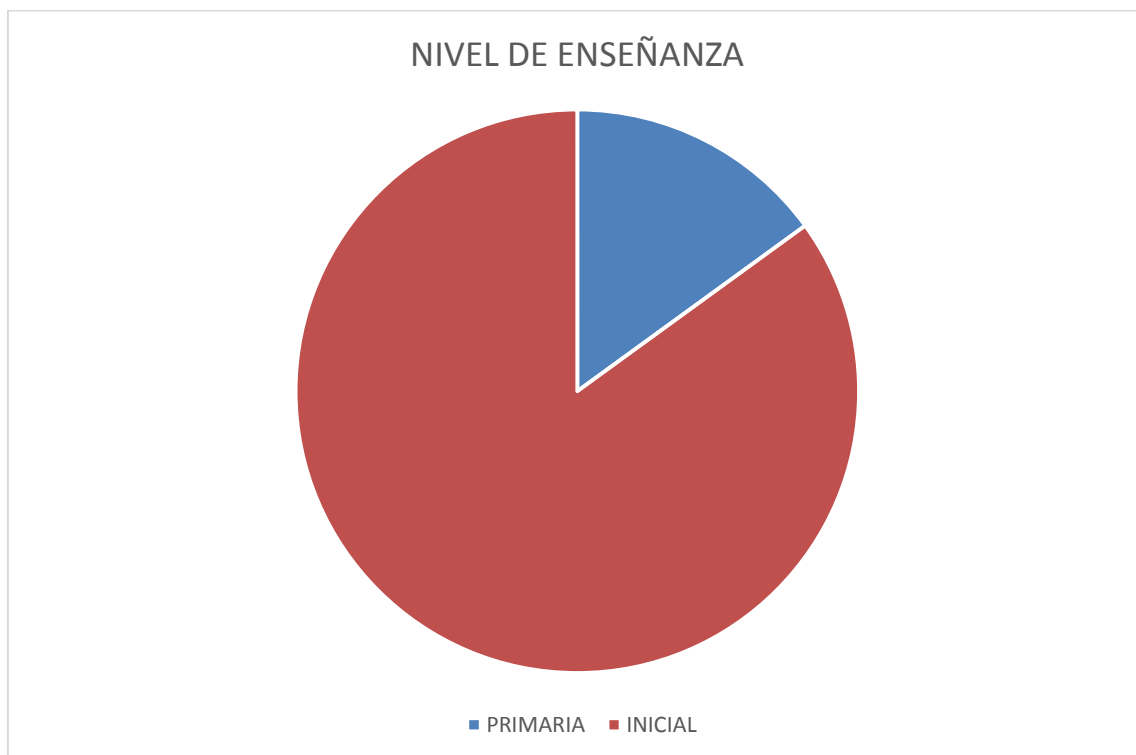
| NIVEL DE ENSEÑANZA | TOTAL |
|--------------------|-------|
| PRIMARIA | 3 |
| INICIAL | 17 |

Fuente Propia

Interpretación: Se observa que del total de profesores encuestados predominaron los que enseñan en el nivel inicial.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Grafico 6



Fuente Propia

Interpretación: Se observa que del total de profesores encuestados predominaron los que enseñan en el nivel inicial.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Tabla 7

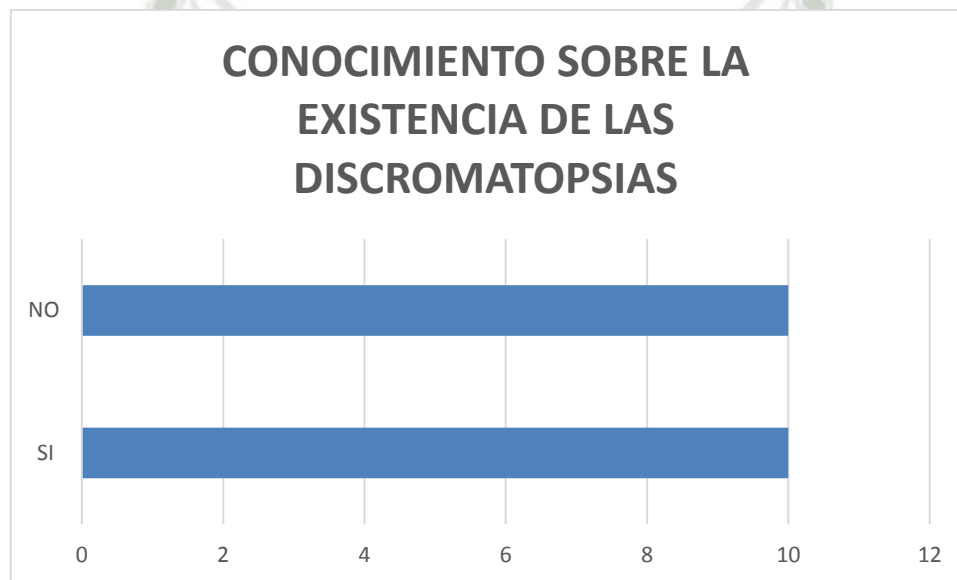
| CONOCE SOBRE LA DISCROMATOPSIA | TOTAL |
|-----------------------------------|-------|
| SI | 10 |
| NO | 10 |

Fuente Propia

Interpretación: Se observa que del total de profesores encuestados la mitad de ellos desconocían el tema y la otra mitad si sabían que era la discromatopsia.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Grafico 7



Fuente Propia

Interpretación: Se observa que del total de profesores encuestados la mitad de ellos desconocían el tema y la otra mitad si sabían que era la discromatopsia.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Tabla 8

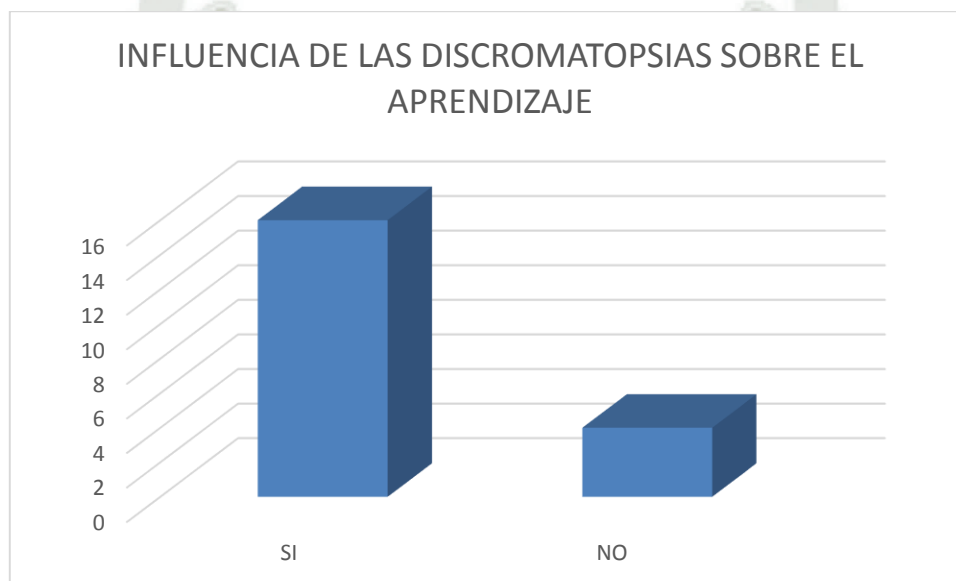
| INFLUENCIA EN EL APRENDIZAJE | TOTAL | % |
|---------------------------------------|-------|-----|
| SI | 16 | 80% |
| NO | 4 | 20% |

Fuente Propia

Interpretación: Se observa que del total de profesores encuestados el 80% si cree que la discromatopsia va a influir en el aprendizaje del niño.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA- AREQUIPA-2017”

Grafico 8



Fuente Propia

Interpretación: Se observa que del total de profesores encuestados el 80% si cree que la discromatopsia va a influir en el aprendizaje del niño.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017”

Tabla 9

| EDITORIAL | TOTAL |
|------------|-------|
| SANTILLANA | 17 |
| BRUÑO | 14 |
| COVEÑAS | 8 |
| NORMA | 4 |
| COREFO | 4 |
| NAVARRETE | 1 |
| ADRUS | 1 |
| LIDER | 1 |
| ARCA | 1 |

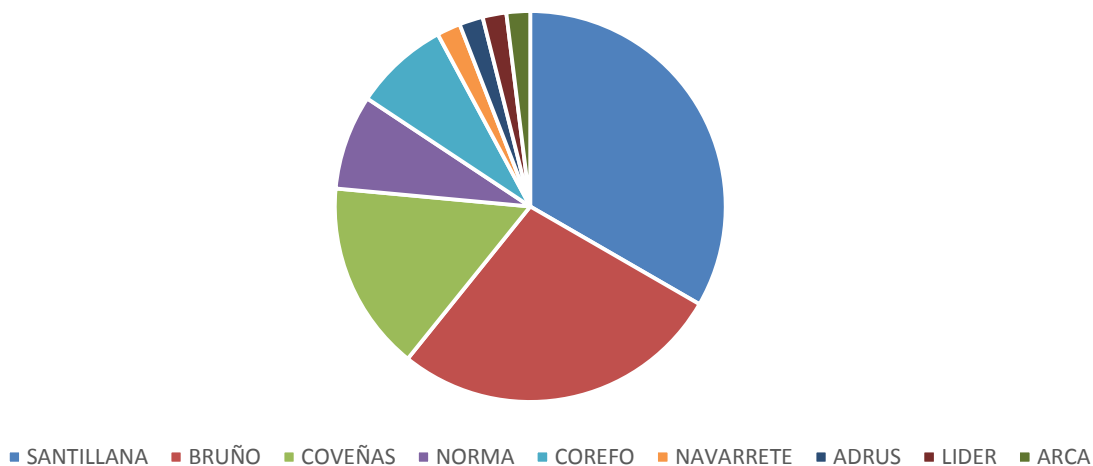
Fuente Propia

Interpretación: Se observa que del total de profesores encuestados creen que la editorial de mayor importancia en Arequipa es **Santillana seguida de Bruño y Coveñas.**

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS
PACIENTES DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III
YANAHUARA-AREQUIPA-2017”

Grafico 9

PRINCIPALES EDITORIALES DE LA CURRICULA AREQUIPEÑA



Fuente Propia

Interpretación: Se observa que del total de profesores encuestados creen que la editorial de mayor importancia en Arequipa es **Santillana seguida de Bruño y Coveñas.**

**FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS
PACIENTES DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III
YANAHUARA-AREQUIPA-2017”**

Tabla 10

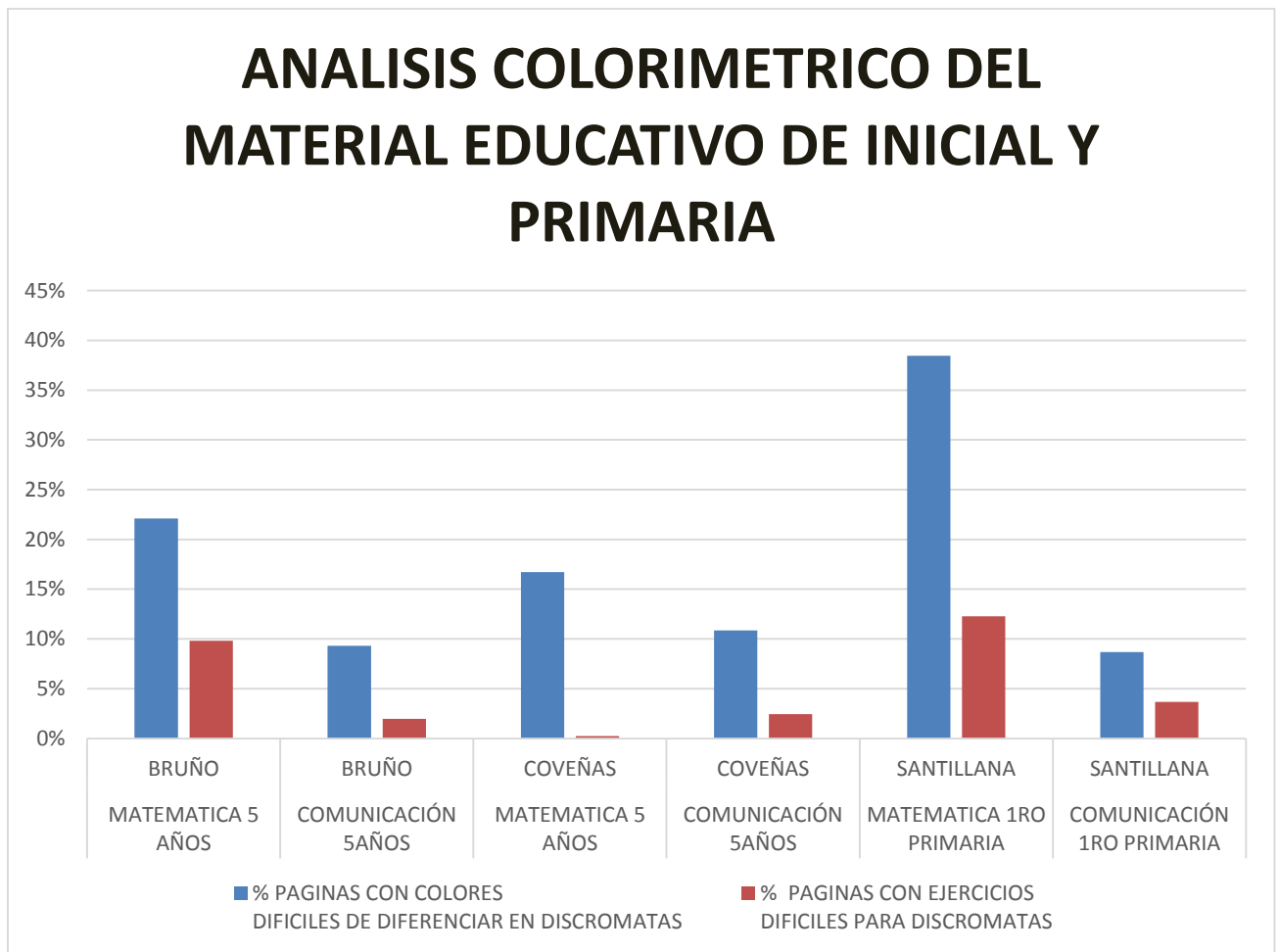
| LIBRO | EDITORIAL | # TOTAL PAGINAS | # PAGINAS CON COLORES DIFICILES DE DIFERENCIAR EN DISCROMATAS | # PAGINAS CON EJERCICIOS DIFICILES PARA DISCROMATAS | % PAGINAS CON COLORES DIFICILES DE DIFERENCIAR EN DISCROMATAS | % PAGINAS CON EJERCICIOS DIFICILES PARA DISCROMATAS | % PAGINAS CON EJERCICIOS DIFICILES PARA DISCROMATAS DE LAS PAGINAS DE COLORES |
|---------------------------|------------|-----------------|---|---|---|---|---|
| MATEMATICA 5 AÑOS | BRUÑO | 407 | 90 | 40 | 22% | 10% | 44% |
| COMUNICACIÓN 5AÑOS | BRUÑO | 344 | 32 | 8 | 9% | 2% | 25% |
| MATEMATICA 5 AÑOS | COVEÑAS | 359 | 60 | 1 | 17% | 0.2% | 2% |
| COMUNICACIÓN 5AÑOS | COVEÑAS | 387 | 42 | 10 | 11% | 2% | 24% |
| MATEMATICA 1RO PRIMARIA | SANTILLANA | 208 | 80 | 50 | 38% | 12% | 63% |
| COMUNICACIÓN 1RO PRIMARIA | SANTILLANA | 414 | 36 | 15 | 9% | 4% | 42% |

Fuente Propia

Interpretación: Se observa que el curso de matemática es el que posee en su material didáctico la mayor cantidad de páginas a color con binomio Rojo-Verde 38% y la que contiene la mayor parte de ejercicios de difícil interpretación para una persona discromata y que la editorial Santillana y Bruño son las que más cantidad de páginas a colores y erróneas tiene con un 12% y 10% respectivamente a diferencia de la editorial Coveñas que posee hasta en un 0.2% de páginas erróneas en su ejemplar de matemáticas.(páginas con colores difíciles de diferenciar en discromatas = binomio rojo-verde; paginas erróneas= páginas de difícil interpretación para discromatas.)

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS
PACIENTES DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III
YANAHUARA-AREQUIPA-2017”

Grafico 10

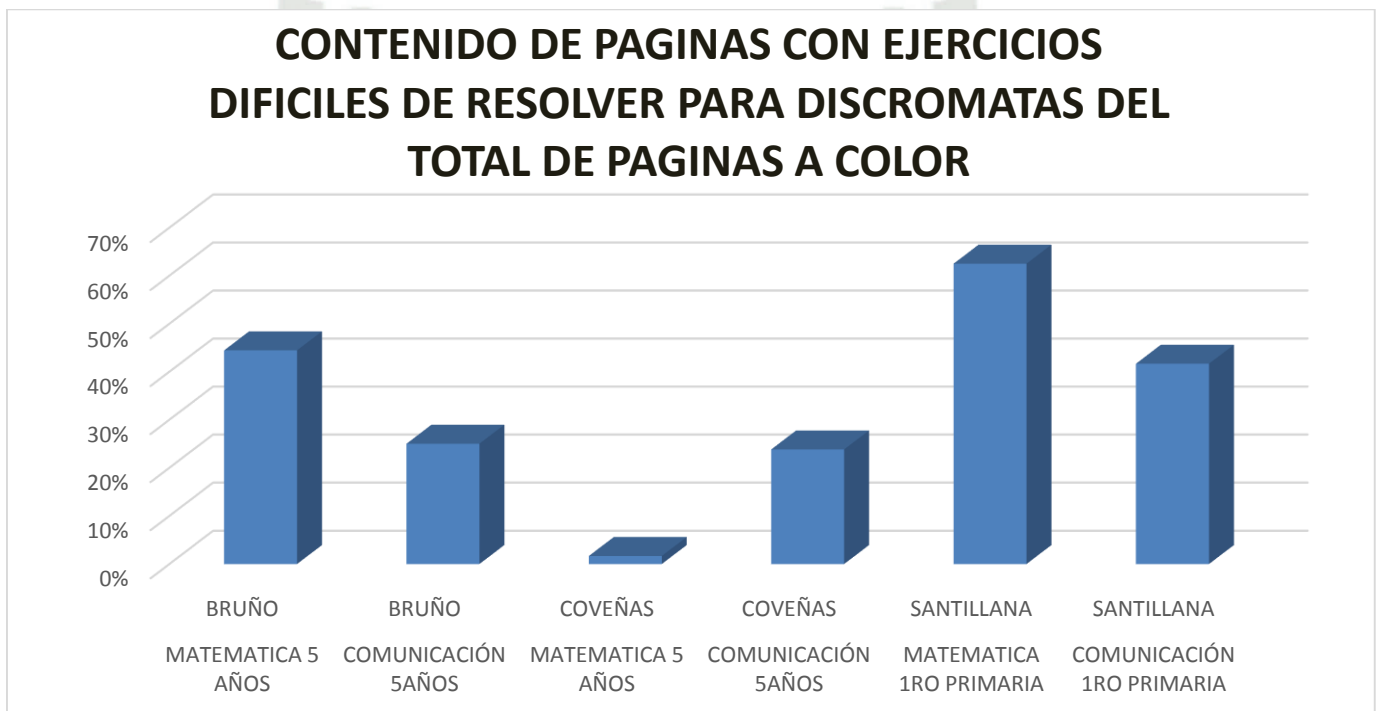


Fuente Propia

Interpretación: se observa que la editorial Santillana en su ejemplar de matemáticas es la que mayor páginas a color tiene con el binomio Rojo-Verde y el mayor número de páginas con ejercicios de difícil interpretación para discromatas. Por otro lado la editorial Coveñas es la que tiene la menor frecuencia de páginas con el binomio y con ejercicios difíciles de comprensión.

**FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS
PACIENTES DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III
YANAHUARA-AREQUIPA-2017”**

Grafico 11



Fuente Propia

Interpretación: se observa que la editorial Santillana tiene hasta en un 60% de sus páginas con el binomio Rojo posee ejercicios de difícil interpretación para pacientes discromatas, Bruño en un 40% de sus páginas y Coveñas en < del 1%.



**CAPITULO III:
DISCUSION Y COMENTARIOS**

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

Se realizó el presente estudio con la finalidad de evaluar la frecuencia y la severidad de discromatopsia en los pacientes del servicio de consultorio externo de pediatría del hospital III Yanahuara en el periodo febrero-marzo del 2017.

Se evaluaron un total de 300 pacientes atendidos en el servicio de pediatría de consulta externa del hospital III Yanahuara de los cuales solo cumplieron los criterios de selección 114.

La frecuencia hallada en la población que cumplió los criterios de selección fue de un 7.9% el cual coincide con diversos estudios en los que la frecuencia hallada oscila entre un 5 a un 8%.^{1, 19, 20, 21}

El sexo prevalente fue el masculino al igual que en diversos estudios^{1, 19, 20, 21}; la frecuencia del sexo femenino fue de un 0.9% superior al encontrado en diferentes estudios esto se puede explicar que a pesar de que la población estuvo constituida en mayor parte por pacientes de sexo masculino.

Cabe aclarar que de todos los pacientes en los que se encontró una alteración en su visión cromática fueron en su totalidad tricromatos anómalos es decir no se encontró discromatopsia severa a diferencia de **Cruz Pérez** que encontró en su estudio un 2% de la población,

A pesar de no ser objeto del presente estudio se realizó una pequeña encuesta sobre el grado de conocimiento de nuestros docentes sobre esta enfermedad y su posible implicancia en el aprendizaje de los niños de tal forma que nos ilustre en cierta

manera como está identificado el maestro frente a un niño con esta discapacidad.

Por otro lado se les interrogo también sobre las principales editoriales de nuestro medio para de tal manera evaluar el material educativo a través de sus ejemplares; constando este del número de páginas en las que el binomio rojo-verde es frecuente y así como el número de páginas que contienen ejercicios de difícil interpretación para un niño que posea una alteración en su visión cromática en especial los discromatas; esto con la finalidad que a posteriori sea enviado nuestro trabajo a dichas editoriales y esperar una respuesta positiva de ellas.

Debido a la existencia de muchos estudios que se contradicen en el que si existe o no una implicancia esta enfermedad en el aprendizaje del niño^{14, 41} en su día a día en especial en la escuela se realizó también a pesar de no ser objeto del estudio un cuestionario validado el cual consta de ejercicios catalogados como de difícil desarrollo para discromatas dando como resultado que un 62% de los ejercicios fueron desarrollados erróneamente por nuestros pacientes discromatas en comparación con **Bofill Gracia**⁴¹ en que sus pacientes discromatas desarrollaron erróneamente los ejercicios en un 78%.

En la tabla 1 y el gráfico 1 se puede observar la distribución por sexo del estudio y la frecuencia de discromatas siendo este último un 7.9% de la población en estudio coincidiendo ligeramente con **Angulo Baella**²⁰ quien encontró un 8.48% de la población siendo estos estudios inferiores a los encontrados por Cruz-Pérez y Corrales Santos quienes encontraron una prevalencia de 14.58% y

17% respectivamente ambos estudios en población solo masculina. Por otra lado podemos ver que el estudio estuvo comprendido por más pacientes del sexo masculino siendo el 11% de estos discromatas y un 7% de la población total; todo esto concordante con los diferentes estudios como el de **Angulo Baella** donde encontró un 7.63% de la población total y el 10.38% de la población masculina, pero diferente a **Demetrio Melcón** quien encontró en su estudio un 5%. También observamos que la frecuencia de discromatopsias en el sexo femenino fue ligeramente mayor a lo encontrado en diferentes estudios siendo este un 0.9% versus un 0.5% pero similar a **Angulo Baella** con un 0.84%. Cabe aclarar que la relación hombre mujer en discromatas fue de un 8 a 1.

En la tabla 2 y gráfico 2 podemos observar la distribución por edades del estudio se determinó 3 rangos los cuales fueron de 6-10 años, 11 – 14 años, 15 – 17 años; siendo esta ultima la que mayor población con discromatopsias siendo el 4.4% de la población total y un 17.9% de la población del mismo rango de edad, el rango en el cual estuvo comprendido la mayor población atendida en el servicio de consulta externa de pediatría fue el 11 a 14 años pero obtuvieron 1.8% de discromatas al igual que el rango de 6 a 10 años todo esto diferente **Demetrio Melcón**¹⁶ quien encontró la edad más frecuente en el rango de 7 a 9 años.

En la tabla 3 se observó que la media de número de láminas erróneas fue de 3.3 siendo 5 el número máximo de láminas con lectura errónea y el menor de 3; a diferencia de **Demetrio**

Melcón¹⁶ quien encontró una media de láminas con lectura errónea del test de Ishihara de 6 láminas.

Así mismo podemos observar q las láminas 9, 22,23 fueron las que mayor error en su lectura produjeron; por otro lado se observa que **la alteración en la visión cromática con mayor frecuencia fue la Deuteroanomalia seguida de la Protanomalia con 1 paciente portador de esta discapacidad al igual que Demetrio Melcón**¹⁶ y **Hita**¹ quienes encontraron un 4% y 5% respectivamente de deuteroanómalos y seguido también de protanómalos.

En la tabla 4 y gráfico 3 podemos observar que la Deuteroanomalia es la discromatopsia más frecuente con un 8% de la población siendo superior al estudio de **Demetrio Melcón**¹⁶ donde se evidencia una frecuencia de 4% y **Hita**¹ con un 5% pero al igual que los demás estudios es la discromatopsia más frecuente. También podemos observar que la Protanomalia tiene un 0.9% concordante con los estudios donde se encuentra hasta en 1% de la población **Hita**¹.

En la tabla 5 es referida al cuestionario que se les realizo a los pacientes discromatas en el cual podemos observar que el total de pacientes evaluados fallo en la resolución de los ejercicios siendo el resultado más óptimo el de dos pacientes con 2 errores, y los de peor desenvolvimiento con 3 ejercicios en los cuales les fue imposible su desarrollo y que dentro de ese grupo se encuentra el paciente Protanomalia.

En el gráfico 4 nos ilustra también la distribución de las respuestas donde se observa que del total de ejercicios solo el

48% tuvieron un desarrollo óptimo mayor al estudio de **Boffil Gracia**⁴¹ donde solo un 22% de los ejercicios fueron desarrollados óptimamente y un 19 % de los ejercicios no pudieron ser resueltos vs el 50% respectivamente.

En el gráfico 5 nos orienta sobre la forma de desarrollo de cada ejercicio y se evidencia que los ejercicios 4 y 5 fueron los que tuvieron un desarrollo óptimo por todos los pacientes y que el ejercicio 1 y 6 ningún paciente pudo resolverlo correctamente siendo estos los de mayor dificultad; en el caso de **Boffil Gracia**⁴¹ fueron los ejercicios 1 y 3 los de mayor dificultad. Por otro lado se observa que el ejercicio 3 posee en su mayor parte el porcentaje de un desarrollo óptimo pero también existieron pacientes que lo desarrollaron con dificultad o no pudieron desarrollarlo a diferencia del ejercicio 2 en el que hubo pacientes que lo desarrollaron óptimamente y con dificultad.

La tabla 6 y el gráfico 6 nos muestra la distribución de los profesores encuestados a nivel de enseñanza evidenciándose el predominio del nivel inicial. Cabe aclarar que los docentes encuestados se encontraban entre los colegios De La Salle, Prescott, Internacional, así como Fátima y Las Esclavas Del Sagrado Corazón entre otros.

En la tabla 7 y gráfico 7 se observa que la mitad de docentes conocía la existencia de la patología y la otra mitad no.

En la tabla 8 y gráfico 8 observamos que el 80% de los docentes si cree en que la dificultad para diferenciar los colores va a tener una implicancia en su desempeño educativo pero ninguno de los docentes fundamento adecuadamente su respuesta siendo la única respuesta que podría tener relación: **“los colores son estímulos visuales que pueden generar diversas reacciones en nuestro organismo y estado de ánimo”**; dada por una docente del nivel

inicial; ya que las demás se referían al tratamiento. El 20% respondió que no habría implicancia fundamentando su respuesta en que con un buen especialista y tratamiento habría cura.

La tabla 9 y gráfico 9 hacen referencia a las principales editoriales que mencionaron los docentes como importantes en nuestra ciudad esto con la finalidad del análisis del material educativo y posterior contacto con ellos para hacerles conocimiento de nuestro estudio; se evidenció que las principales editoriales señaladas fueron Santillana, Bruño, Coveñas.

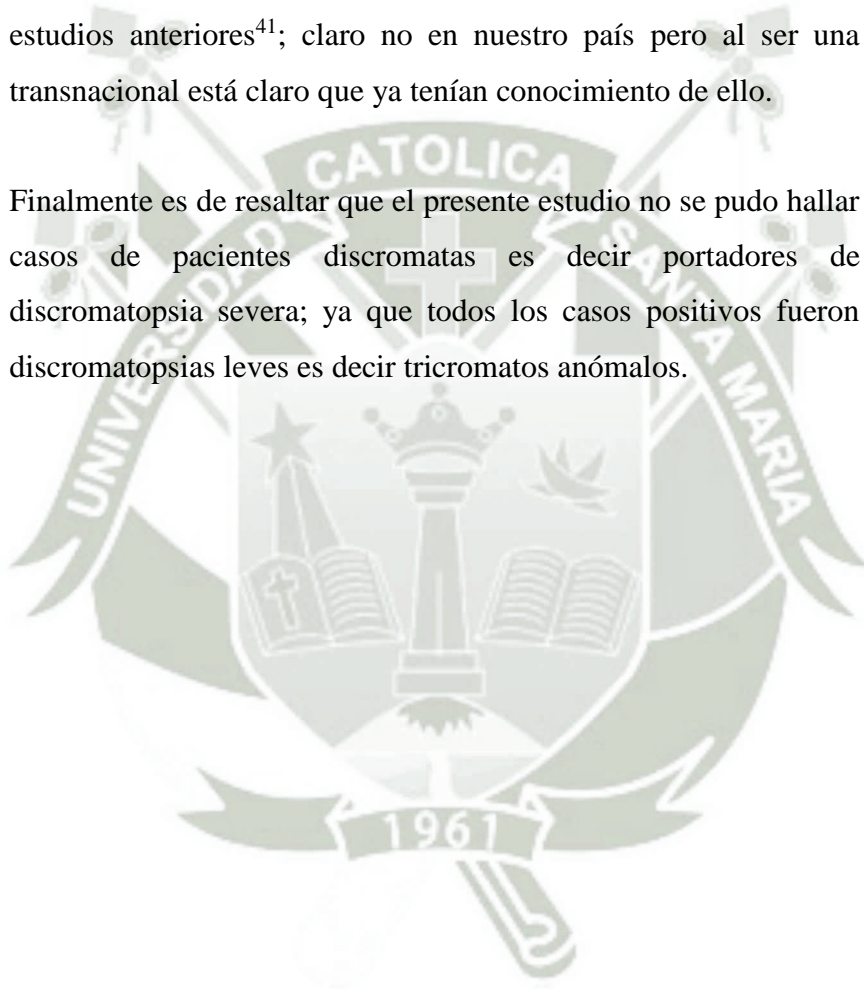
En la tabla 10 y gráficos 10 y 11 se hace referencia al análisis colorimétrico del material educativo de inicial y 1ro de primaria de las tres editoriales antes mencionadas como principales por los docentes y de los cursos de matemáticas y comunicación integral.

Se evidenció que el curso de matemática es el que poseía los libros con mayor contenido de binomio rojo-verde y de mayor contenido de ejercicios de difícil resolución para niños discromatas al igual que el estudio realizado por **Boffil Gracia**⁴¹ donde matemática también es el curso con mayor contenido del binomio rojo-verde; siendo la editorial Santillana la de mayor porcentaje con 38% de páginas con el binomio rojo-verde y un 12% del total con contenido de difícil interpretación para discromatas siendo este el 63% del total de páginas con el binomio rojo-verde; seguido de la editorial Bruño con un 22%, 10%, y un 44% respectivo; todo esto mayor al estudio de **Boffil Gracia**⁴¹ donde se encontró la media de un 8% del total páginas y siendo un 12.48% el porcentaje de la editorial con mayor número de páginas con ejercicios de difícil interpretación y un 2.56% el menor. A diferencia de las demás editoriales se

evidencio que el libro de matemática de la editorial Coveñas contenía un 17% de páginas con el binomio rojo-verde pero solo un 0.2% de páginas con ejercicio de difícil resolución para discromatas.

Cabe aclarar la irresponsabilidad de la editorial Santillana de seguir elaborando material con ejercicios ya catalogados como difíciles para discromatas y siendo estos puestos en avisos por estudios anteriores⁴¹; claro no en nuestro país pero al ser una transnacional está claro que ya tenían conocimiento de ello.

Finalmente es de resaltar que el presente estudio no se pudo hallar casos de pacientes discromatas es decir portadores de discromatopsia severa; ya que todos los casos positivos fueron discromatopsias leves es decir tricromatos anómalos.



CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES:

1. La frecuencia de discromatopsias en el servicio de consulta externa del servicio de pediatría del hospital III Yanahuara fue de un 7.9% y no se halló severidad ya que los pacientes discromatas tuvieron una alteración cromática leve.
2. La frecuencia de discromatopsia severa fue de un 0% ya que no se halló pacientes dicrómatas.
3. El sexo prevalente fue el masculino, la edad más frecuente en que nuestros casos de discromatopsia se encontraron fue en el rango de 15 a 17 años.
4. La discromatopsia más frecuente hallada fue la Deuteroanomalia con un 7% del total de la población y un 89% de la población discromata encontrada, seguida de Protanomalia con un 0.9% de la población evaluada y un 11% de la población discromata.
5. Se comprobó que existe dificultad de los pacientes discromatas en la resolución de ejercicios donde el binomio rojo-verde es parte de la dificultad del ejercicio; deduciendo que la discromatopsia si tiene implicancia en el aprendizaje y en el desenvolvimiento del niño día a día.
6. Se llegó a la conclusión que los docentes en un 50% desconocen el tema de esta patología y un 80% si creen en que pueda influir en el aprendizaje del niño mas no sustentan adecuadamente de qué manera y por ende no sabrán cómo afrontar si en el peor de los casos les tocara guiar a un niño con estos problemas.

7. A pesar de no ser un análisis amplio se determinó que el material educativo que se utiliza para la enseñanza de los niños no son adecuados para estos pacientes y ya que la prevalencia de esta enfermedad no es nada despreciable es preocupante, ya que en el peor de los casos se evidencio hasta en un 38% del total de las páginas con el binomio rojo-verde y en un 12% del total de páginas se encontró ejercicios de difícil resolución e interpretación para dischromatas; siendo estas un 63% del total de las páginas con un binomio(Santillana);seguido de un 22% , 10%, y 44% respectivo.
8. Hasta el momento de la elaboración de este documento no recibimos respuesta alguna de las editoriales mencionadas a quien enviamos el estudio.



RECOMENDACIONES:

1. A nivel hospitalario realizar una evaluación de la visión cromática en la primeras visitas al pediatra a partir de los 5 a 6 años para descartar cualquier alteración en la visión cromática de estos niños y de haberla saber enfrentar este problema de forma precoz.
2. A nivel de atención primaria promover para que la discromatopsia forme parte del tamizaje de enfermedades oculares a descartar en la edad pediátrica.
3. A nivel social hacer conocer a todos los docentes la existencia de esta enfermedad de forma que puedan estar en la capacidad de discernir si el niño del cual se les encarga su aprendizaje para la vida necesite de otras estrategias de aprendizaje o no.
4. Concientizar a las editoriales en ponerle mayor cuidado en la elaboración del material educativo y evitar el uso de tonos de colores y ejercicios de difícil interpretación para estos pacientes ya que su prevalencia no es nada despreciable.
5. A nivel universitario; realizar trabajos de investigación prospectivos y con muestras mucho más grandes, así como la realización de un análisis mucho más amplio del material educativo como del grado de conocimiento de los docentes en esta patología y su relevancia en el aprendizaje del niño y en su salud mental.



V. BIBLIOGRAFIA

1. Enrique Hita. .El mundo del color. Desde lo perceptivo y artístico a lo científico. 1ra edición. Capítulo 5. 2001
2. SHINOBU ISHIHARA. Test de Ishihara. Handaya, Tokyo, Hongo Harukicho, 1917
3. Vaughan D Asbury T. Oftalmología General. Editorial MC Graw Hill.18.va edición Pág. 44-45,219.2012
4. Carol Mattson Porth. Fisiopatología, salud-enfermedad: un enfoque conceptual. Editorial Panamericana.7ma edición. Capítulo 54. Pág. 1311-1315.2009.
5. ARTHUR C GUYTON, JHON E. HALL Tratado De Fisiología médica. Editorial Elsevier. 11 edición. Pág. 626-650. Capítulo 50-51.2006.
6. Moisés Valenzuela Gutiérrez. **Anomalías en la visión del color.** Íttakus, sociedad para la información.1ra edición. Pág.1-29.2008
7. Luna, D., & Tudela, P. Percepción visual. Madrid: Trotta. La percepción del color. Cap. 2 (pp. 59 - 103).2006
8. Ramón S. Piezzi. Nuevo atlas de histología. Editorial el Ateneo. 1ra edición. Pág. 297-299.2006
9. Álvaro Ruiz Morales. Epidemiología clínica: Investigación clínica aplicada. editorial panamericana.1ra edición. Capítulo 9. pag.141-161.2005
10. Hugo Quiroz Mercado. Retina: diagnóstico y tratamiento. Editorial MC Graw Hill. 1ra edición. Pág.9-11,114-116.1996.
11. TRICIA GUILD. Combine el color. Editorial noriega. 1ra edición. Pág22.1994.
12. DONALD I. A. MACLEOD **.Red- Green blindness confined to one eye.** Department of Psychology, University of California, San Diego, La Jolla. CA 92093, U.S.A. and Psychological Laboratory, Downing Street, Cambridge CB3 3EB, England. 1975
13. JOEL POKORNY and VIVIANNE C. SMITH. **Eye disease and color defects.** Eye Research Laboratories,University of Chicago, 939 East 57th Street, Chicago, IL 60637, U.S.A

14. Pedro José Pardo Fernández. **Daltonismo y rendimiento escolar en educación infantil.** Revista de educación. Número 330.2003.
15. BELEN CARO MARROYO. Anomalías en la visión del color. Óptica fisiológica.2005-2006.
16. Demetrio Melcon Arbaizagoitia y Cristina Gallego-Casilda Martín. Estudio clínico de la percepción del color aplicando el test TC-COI. Gaceta óptica Número 362.2004
17. Juan José Delgado Domínguez. Detección de trastornos visuales. Madrid exlibris ediciones 2005.
18. Betancur-Sánchez. Discromatopsias y exposición a solventes orgánicos: una revisión sistémica.archivos de la sociedad española de oftalmoloia.2017;92(1):12-18.
19. **“Frecuencia de discromatopsia en transportistas de Cayma” arequipa-2014. AUTORES:** Choque Díaz, Jimena Mishell, Colque Gutiérrez, Cynthia Claudia, Condori Condori, Lourdes Vanessa, Cornejo Hurtado, María Esther, Corrales Chire, Juan Manuel, Corrales Santos, Elizabeth Génesis
20. **Prevalencia de discromatopsias diagnosticada durante el examen para la obtención de licencia de conducir.** ANA GABRIELA ANGULO BAELEA Lima-Perú 2004
21. **Prevalencia de discromatopsia en los discentes de la escuela militar de aviación, usando la prueba clínica farnsworth-munsell 100 colores.**Mayor M.C. Fabián de Jesús Cruz-Pérez Centro de Evaluación y Certificación Aeromédica, Hospital Central Militar, Ciudad de México.
22. Tannock R, Banaschewski T, Gold D 2006. **Color naming deficits and attentiondeficit/hyperactivity disorder: A retinal dopaminergic hypothesis.** Biomed Central,Behav Brain Funct v.2, 2006. 03 Sept. 2007 pubmed.

23. Djamgoz MBA, Hankins MW, Hirano J, Archer SN: **Neurobiology of retinal dopamine in relation to degenerative states of the tissue.** *Vision Research. Special Issue: Vision and Neurodegenerative Diseases* 1997, **37**:3509-3529.
24. Crognale MA: **Development, maturation, and aging of chromatic visual pathways: VEP results.** *J Vis* 2002, **2**:438-450.
25. Teller DY, Brooks TE, Palmer J: **Infant color vision: moving tritan stimuli do not elicit directionally appropriate eye movements in 2- and 4-month-olds.** *Vision Res* 1997, **37**:899-911.
26. Hart WM: **Acquired dyschromatopsias.** *Surv Ophthalmol* 1987,**32**:10-31.
27. Witkovsky P: **Dopamine and retinal function.** *Doc Ophthalmol* 2004, **108**:17-40.
28. Melun JP, Morin LM, Muise JG, DesRosiers M: **Color vision abnormalities in Gilles de la Tourette Syndrome.** *J Neurological Sciences* 2001, **186**:107-110.
29. Buttner T, Kuhn W, Muller T, Patzold T, Heidbrink K, Przuntek H: **Distorted color discrimination in 'de novo' parkinsonian patients.** *Neurology* 1995, **45**:386-387.
30. Paulus W, Schwarz G, Werner A, Lange H, Bayer A, Hofschuster M, Muller N, Zrenner E: **Impairment of retinal increment thresholds in Huntington's disease.** *Ann Neuro* 1993, **34**:574-578.
31. Desai P, Roy M, Roy A, Brown S, Smelson D: **Impaired color vision in cocaine withdrawal patients.** *Arch Gen Psychiatry* 1997,**54**:696-699.
32. Roy A, Roy M, Berman J, Gonzalez B: **Blue cone electroretinogram amplitudes are related to dopamine function in cocaine-dependent patients.** *Psychiatry Research* 2003, **117**:191-195.
33. Masson G, Mestre D, Blin O: **Dopaminergic modulation of visual sensitivity in man.** *Fundam Clin Pharmacol* 1993, **7**:449-463.

34. Misener VL, Luca P, Azeke O, Crosbie J, Waldman I, Tannock R, Roberts W, Malone M, Schachar R, Ickowicz A, Kennedy JL, Barr CL: **Linkage of the dopamine receptor D1 gene to attention-deficit/ hyperactivity disorder.** *Mol Psychiatry* 2004, **9**:500-509.

35. Faraone SV, Doyle AE, Mick E, Biederman J: **Meta-analysis of the association between the 7-repeat allele of the dopamine D(4) receptor gene and attention deficit hyperactivity disorder.** *Am J Psychiatr* 2001, **158**:1052-1057.

36. Lindamer LA, Lohr JB, Harris MJ, Jeste DV: **Gender, estrogen, and schizophrenia.** *Psychopharm Bull* 1997, **33**:221-228.

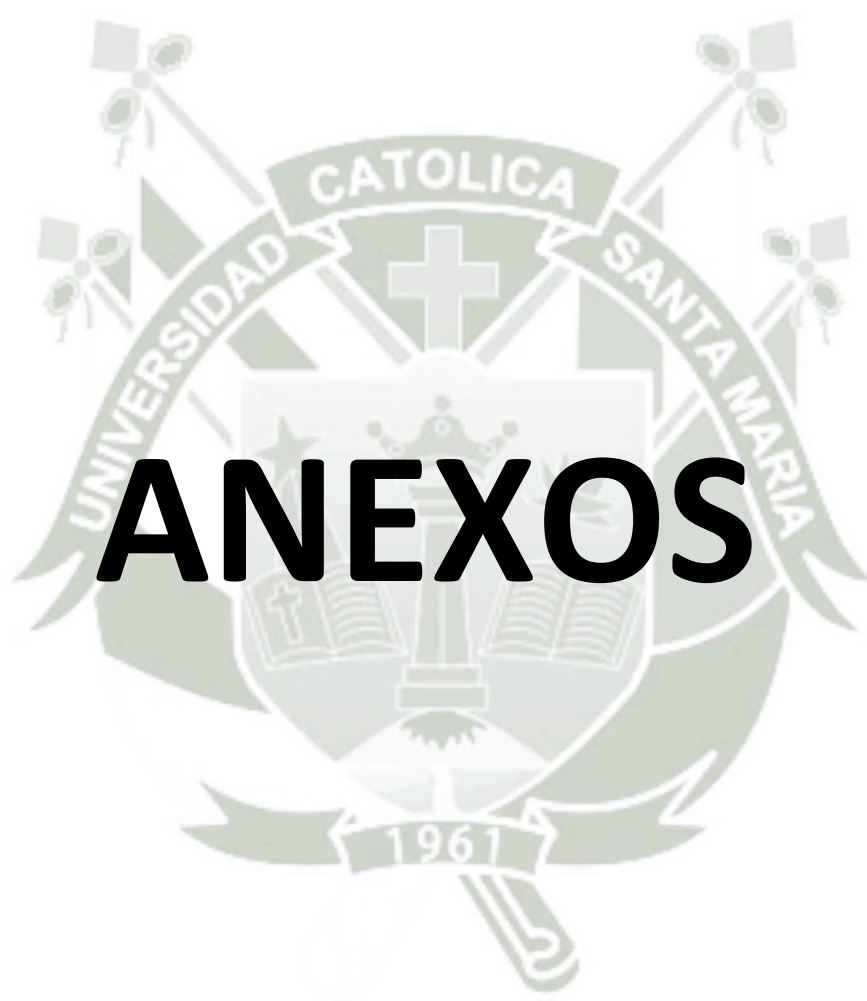
37. Bünning E. Cellular and central control. En: The physiological clock: endogenous diurnal rhythms and biological chronometry. Berlín.

38. Iregren A, Andersson M, Nylen P: **Color vision and occupational chemical exposures: I. An overview of tests and effects.** *Neurotoxicology* 2002, **23**:719-733.

39. Till C, Rovet J, Koren G, Westall CA: **Assessment of Visual Functions Following Prenatal Exposure to Organic Solvents.** *Neurotoxicology* 2003, **24**:725-731

40. www.fotanostra.com/diseñografico/elcolor/historia+del+color/teoria+del+color

41. Francesc Bofill Gracià. **El color en el material escolar**, Escola universitària d'òptica i optometria de Terrassa. Universitat Politècnica de Catalunya, any 2010 Tots els drets reservats. Terrassa, 7 de Junio de 2010



ANEXOS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
“IN SCIENTIA ET FIDE ERIT FORTITUDO NOSTRA”

Facultad de Medicina Humana



PROYECTO DE TESIS

Título:
**“FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS
PACIENTES DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III
YANAHUARA-AREQUIPA-2017”**

Autor: RAMIRO MARIO PORRAS ZEA

Asesor:
DR. DANTE FUENTES FUENTES

Arequipa - Perú

2017

I. PREAMBULO

La visión cromática no es más que la respuesta fisiológica y psicológica al estímulo de la radiación que incide en los ojos. Es por ellos que el color no es una propiedad intrínseca de los cuerpos sino la forma en que las personas interpretan las diferentes frecuencias que forman parte de la luz; por otro lado también el color va a depender de las longitudes de onda con la que los objetos van a refractar y reflejar selectivamente.

Los defectos en la visión cromática son congénitos o adquiridos; los congénitos o hereditarios casi siempre son de tipo rojo-verde, y este afecta aproximadamente al 8% de los varones y al 0.5% de mujeres y afectan a ambos ojos de la misma manera, mientras los adquiridos son con mayor frecuencia la variedad azul-amarillo, afectando de igual manera a ambos sexos y afecta más a un ojo que el otro. **(1,4,11,12,13)**

La discromatopsia o ceguera a los colores es un trastorno de la visión en la que hay una dificultad para diferenciar los colores esto se debe a la ausencia de una de las tres células sensibles a los colores de la retina causado por un gen mutante ligado a cromosoma X; esto va a determinar que estos individuos tengan conos foto receptores con solo dos de los tres pigmentos. Las personas con deficiencia rojo-verde, es decir pérdida del pigmento rojo fueron los primeros en describirse por ello se llama **PROTANOPIA**. El segundo tipo fue la verde-rojo que implica pérdida del pigmento verde y se conoce como

DEUTERANOPIA. La ceguera a los colores azul- amarillo se llama
TRITANOPIA. (1,4,11,12,13)

La importancia de la detección y manejo de la discromatopsia va a radicar en que estas personas van a sufrir limitaciones y en especial en su desempeño diario como por ejemplo laboral (pilotos de avión, obreros que trabajan en control de calidad, obreros que trabajan con fibra óptica), jóvenes que postulan a determinadas entidad de las FFAA o simplemente realizar una actividad tan necesaria en nuestro medio como el de conducir un automóvil y peor aún si este podría convertirse en su oficio y por último y en especial los niños que pleno siglo XXI las telecomunicaciones se han convertido en la base de su aprendizaje y toda esta está llena de colores y formas.

La información con la que se cuenta sobre la frecuencia, severidad y posible implicancia en el día a día de los pacientes discromatas son muy escasos y casi nulos en nuestro medio local por ende el motivo de realizar este estudio para poder identificar la prevalencia de discromatopsias en el hospital III YANAHUARA y así como los factores asociados más relacionados; con la esperanza que esta información obtenida sirva de ayuda para nuestros profesionales de la salud como los encargados de nuestras políticas de salud de tal manera que la ayuda y atención hacia las personas con esta discapacidad sea más eficiente.

II. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Enunciado

Cuál es la frecuencia y el grado de severidad de discromatopsias en los pacientes del servicio de pediatría del Hospital III Yanahuara-Arequipa-2017.

1.2. Área del conocimiento

General : Ciencias de la salud

Específica : Medicina Humana

Especialidad : Pediatría.

Línea : Oftalmología Pediátrica.

(9)

1.3. Análisis y Operacionalización de variable

Cuadro 1: Operacionalización de variables

DEPENDIENTES

| VARIABLE | INDICADOR | UNIDAD DE MEDIDA | ESCALA DE MEDICIÓN |
|------------------------------------|---|------------------|-----------------------|
| ALTERACION DE LA VISION CROMATICA. | TEST DE ISHIHARA | SI NO | NOMINAL DICOTÒMICA |
| GRADO DE SEVERIDAD | ALTERACIÓN EN LA VISION DE COLORES BASICOS. | SI NO | NOMINAL DICOTÒMICA |

INDEPENDIENTES

| VARIABLE | INDICADOR | UNIDAD DE MEDIDA | ESCALA DE MEDICIÓN |
|----------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| GÈNERO | CARACTERES SEXUALES SECUNDARIOS | FEMENINO MASCULINO | NOMINAL DICOTÒMICA |
| EDAD | AÑOS | 6-10 AÑOS 11-14 AÑOS 15-17 AÑOS | NOMINAL DICOTÒMICA |

1.4. Interrogantes básicas

- ¿Cuál es la frecuencia de discromatopsias en el servicio de pediatría del hospital III YANAHUARA ESSALUD-AREQUIPA-2017?
- ¿Cuáles son los grados de severidad que poseen los pacientes con discromatopsia en el servicio de pediatría del hospital III YANAHUARA ESSALUD-AREQUIPA-2017?
- ¿Cuál es la principal discromatopsia en el servicio de pediatría del hospital III YANAHUARA ESSALUD-AREQUIPA-2017?

1.5. Tipo de Investigación

(9) El presente estudio es de tipo prospectivo, de corte transversal.

1.6. Nivel de Investigación

Descriptivo (9)

1.7. Justificación

- **Relevancia social:** se realizara este estudio con la finalidad de que la información obtenida sea de ayuda a los médicos y planificadores de salud de nuestro país para ponerle fin a esta discapacidad; lo cual es factible gracias a la tecnología del siglo XXI.

- **Relevancia contemporánea:** En la actualidad la inexistencia de una prevalencia real en nuestro medio y mayor aun el hospital III Yanahuara EsSalud-Arequipa y no conocer los posibles factores relacionados a esta patología es que se decide realizar este estudio.
- **Relevancia científica:** Gracias a los avances científicos y tecnológicos, sabemos que existe tratamiento para esta discapacidad mediante unos lentes correctores que hacen que una de las pocas discapacidades que conocemos en el mundo pueda tener solución y pueda devolverles a estas personas la capacidad de realizar una vida normal sin limitaciones visuales (una visión cromática).
- **Importancia:** La importancia radica en que al detectar la alteración en la visión cromática vamos a evitar las complicaciones a posteriori que puede acarrear esta discapacidad que va desde una simple alteración en la discriminación de un color o tono de colores como puede opinar el personal no médico o el no identificado con esta alteración; hasta cuando pierde el termino simple que es cuando nos referimos al futuro vocacional de un niño que por muchos años ansió una profesión o realizar la profesión de sus ancestros (Piloto de avión , FFAA, Conductor de transportes terrestres) y se ve truncado de la noche a la mañana; o la de un padre que es retirado de su centro de labor (control de calidad, trabajos con fibra óptica) tras no pasar el examen médico laboral quedando con una gran carga familiar y crisis económica o simplemente y de mayor importancia a nuestro parecer, la de un

pequeño niño en la que consideramos que las comunicaciones por la cuales se les brinda toda la información y estrategias de aprendizaje necesarias para su desarrollo como ser humano y así como las telecomunicaciones que son actualmente la primer contacto que tiene con el mundo externo está lleno de un lenguaje y símbolos llenos de colores, tonalidades y formas.

Está por demás referirnos también a lo que ya citamos anteriormente de forma tasita; es decir al gran daño psicológico que este produce entre sus portadores ya que el diagnostico se realiza en momentos de gran importancia para estas personas como la imposibilidad de laborar en un determinado oficio, el no poder ingresar a una institución determinada y peor aún enfrentarse de primer momento a un sistema de educación el cual no va acorde con tu naturaleza y con tan solo 4, 5 o 6 años.

Es ahí donde radica el motor que nos impulsa esta investigación y es el dirigirse a la población con alteración de la percepción de los colores y sus tonalidades de etiología congénita y a la población más inocente las cuales son los niños y adolescentes.

- **Factibilidad:** es un estudio factible ya que se puede cuenta con el material necesario para realizar el presente estudio, el recurso humano y económico que precisa así como la infraestructura para realizarlo.

- **Interés personal:** La discromatopsia es un problema salud visual pediátrica en la escala mundial desde inicios del siglo XXI y poder diagnosticarla precozmente será un poderoso instrumento para la el manejo de esta discapacidad y evitar el futuro daño psicológico, la falta de desenvolvimiento personal así como la alteración en su desempeño día a día que producirá a las personas no tratadas.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. RESEÑA HISTÓRICA

2.1.1. TEORÍAS DE LA VISIÓN CROMÁTICA

Existen dos teorías que permiten dar una explicación de cómo percibimos el color. Desde sus inicios, estas teorías han sido consideradas opuestas. Sin embargo, actualmente es posible afirmar que son complementarias entre sí, dando una comprensión más completa de la manera en que logramos percibir los colores. (7,15)

2.1.1.1. TEORIA DE LA TRICROMATICIDAD.

También conocida como la teoría tricromática de Young y Helmholtz, se basó en la experimentación con mezcla de luces, con el objetivo de lograr sustentar que las experiencias del color fundamentales eran tres: rojo, verde y azul (R, G, B). Los autores afirmaron que este fenómeno se debía a que los seres humanos contábamos con 3 tipos de receptores para el color, cada uno sensible a una longitud de onda particular.

Cada uno de estos receptores se excita preferentemente ante la longitud de onda corta (azul), media (verde) y larga (rojo). A pesar de esto, en la realidad al experimentar los colores de todas las cosas del mundo no observamos solo esos 3 colores. Según esta teoría, las variaciones de color se generaban debido a un solapamiento de las funciones de sensibilidad, de manera que cada longitud de onda, estimulaba de manera distinta a cada receptor. (7,15)

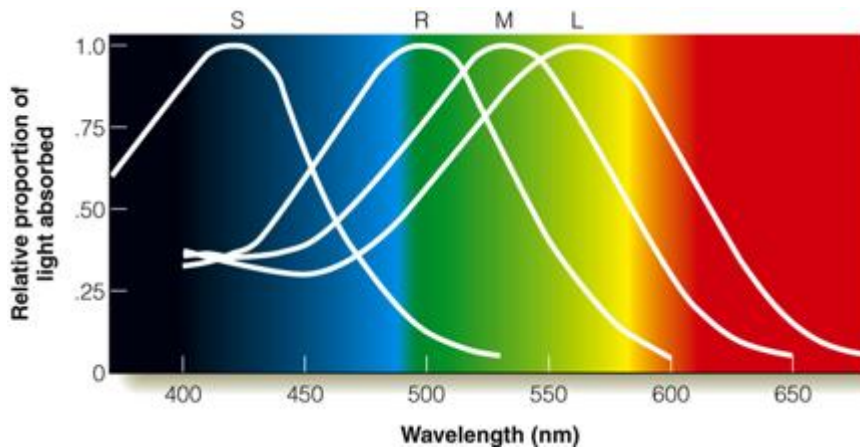


Ilustración 1. En esta gráfica se pueden observar las longitudes de onda corta, mediana y larga y la excitación de cada uno de los receptores ante las longitudes.

FUNCIÓN DE LOS CONOS.

La teoría tricromática del color sugiere la existencia de 3 mecanismos de interpretación del color, conocidos aún en la actualidad como los conos. Éstos son células fotorreceptoras, encargadas de garantizar que la retina aprecie el color, según la preferencia ante ciertas frecuencia foto-lumínicas. De modo que, según esta teoría, la percepción que tenemos de varios colores en el mundo, se derivan de la mezcla del rojo, el azul y el verde reflejados en algún objeto. Lo anterior se evidencia en la siguiente gráfica.



Para comprender mejor esta teoría pensemos lo siguiente, la luz blanca esta compuesta de 3 colores: rojo, verde y azul. Cada uno de estos colores tiene una longitud de onda distinta, como se evidencia en la ilustración 1. Si vemos pasar un carro de color rojo, indica que la composición de la pintura es pigmentos que absorben la frecuencia del verde y del azul. Asimismo, este color depende de la cantidad de luz que recibe y la cantidad de luz que refleja, permitiendo que lo percibamos como color rojo.

PROS Y CONTRAS.

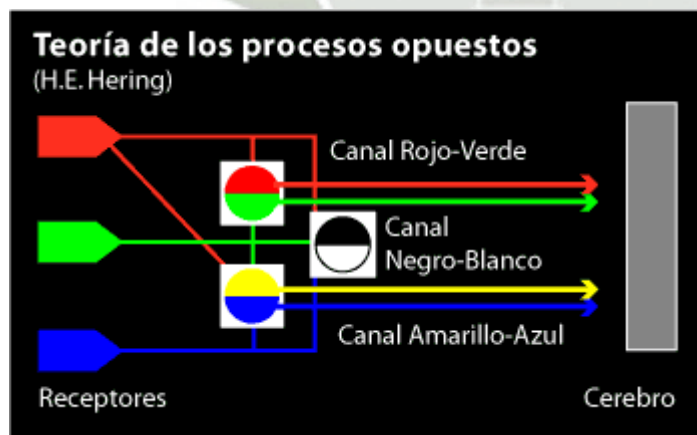
La teoría de la tricromaticidad del color tenía a favor muchos resultados de experimentos con mezcla de luces. Lograba explicar las deficiencias cromáticas y estaba acertada a nivel fisiológico al postular los 3 receptores como los mecanismos de experiencia del color.

Sin embargo, posteriormente se empezaron a cuestionar la existencia de únicamente tres colores principales, ya que de la combinación estos 3, no era posible explicar la existencia de colores tales como el púrpura. Al realizar distintas investigaciones se encontró que habían cuatro categorías de colores: rojo, verde, azul y amarillo. De igual manera se halló evidencia de que la deficiencia cromática no ocurre de forma individualizada para cada uno de ellos, sino por pares. Por último, la teoría tricromática no logra explicar el posefecto del color, en donde el observador, luego de observar por un tiempo un determinado color, percibirá el color opuesto. **(7,15)**

2.1.1.2. PROCESOS OPONENTES

La teoría de los procesos opuestos de la visión en color, propuesta por Hering, parece contradecir la teoría tricrómica de Young-Helmholtz, y fue propuesta para poder explicar los fenómenos que no se podían explicar adecuadamente con la teoría tricrómica.

Un ejemplo de esos casos son las llamadas imágenes fantasmas o post imágenes (*after-images*) que aparecen cuando el ojo recibe un estímulo amarillo que al poco se elimina y queda la sensación de percibir un resto de esas imágenes en azul. Otro es el hecho, contrario a la intuición, de que la mezcla aditiva de luces rojas y verdes de como resultado amarillo y no una especie de verde rojizo. **(7,15)**



H. E. Hering propuso que amarillo frente a azul, y rojo frente a verde eran pares de señales opuestas. Esto servía, en cierto modo, para explicar porqué existen psicológicamente cuatro colores primarios: Rojo, verde, amarillo y azul, y no sólo tres. **(12,13)**

Además, Hering propuso la existencia de una oposición blanco-negro, pero la versión de la oposición de un canal de luminancia se ha abandonado en las versiones más modernas de la teoría.

En la actualidad, se acepta que la teoría tricrómica y la de los procesos opuestos (*opponent colours theory*) describen características esenciales de la visión humana en color y que esta segunda teoría describe las cualidades perceptuales de la visión en color que se derivan del procesamiento neurológico de las señales de los receptores en dos canales opuestos y un sólo canal acromático.

2.1.2. HISTORIA DEL COLOR

El color ha existido desde el origen del universo, pero no siempre se ha pensado y opinado lo mismo sobre él, sobre su origen o sobre su composición.

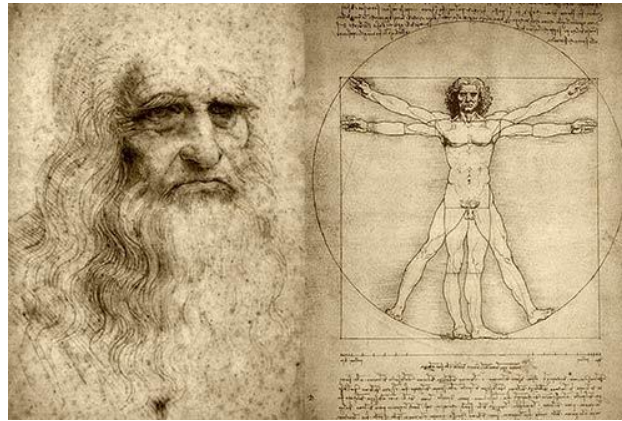
El color nos produce muchas sensaciones, sentimientos, diferentes estados de ánimo, nos transmite mensajes, nos expresa valores, situaciones y sin embargo... no existe más allá de nuestra percepción visual.



El color ha sido estudiado, por científicos, físicos, filósofos y artistas. Cada uno en su campo llegó a diversas conclusiones que, en ocasiones, fueron buenos puntos de partida para posteriores estudios y para todo lo que hoy sabemos del color.(11)

2.1.2.1. Primeras teorías

El filósofo Aristóteles (384 - 322 AC) sentenció que todos los colores se forman con la mezcla de cuatro colores. Estos colores, que denominó como básicos, eran los de tierra, el fuego, el agua y el cielo. Además otorgó un papel fundamental a la incidencia de luz sobre los mismos.



Siglos más tarde, Leonardo Da Vinci (1452-1519) definió al color como propio de la materia. Confeccionó la siguiente escala de colores básicos: primero el blanco como el principal ya que permite recibir a todos los demás colores, después el amarillo para la tierra, verde para el agua, azul para el cielo, rojo para el fuego. Por último, el negro para la oscuridad, ya que es el color que nos priva de todos los otros. Con la mezcla de estos colores obtenía todos los demás, aunque también observó que el verde también surgía de una mezcla. (40)

2.1.2.2. Isaac Newton, la luz es color



Finalmente fue Isaac Newton (1642-1727) quien estableció un principio hasta hoy aceptado: la luz es color. En 1666 Newton descubrió que la luz del sol al pasar a través de un prisma, se dividía en varios colores. Esto no es, ni más ni menos, que la descomposición de la luz en los colores del espectro. Estos colores son el azul violáceo, el azul celeste, el verde, el amarillo, el rojo anaranjado y el rojo púrpura. Este fenómeno lo podemos contemplar con mucha frecuencia, cuando la luz se refracta en el borde de un cristal o de un plástico. También cuando llueve y algunos rayos de sol atraviesan las nubes, las gotas de agua cumplen la misma función que el prisma de Newton y descomponen la luz produciendo lo que llamamos Arcoíris.

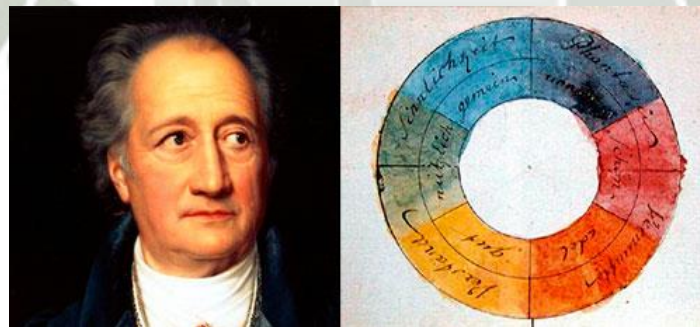


Así es como observa que la luz natural está formada por luces de seis colores. Cuando incide sobre un elemento absorbe algunos de esos colores y refleja otros. Con esta observación dio lugar al siguiente principio: todos los cuerpos opacos al ser iluminados reflejan todos o parte de los componentes de la luz que reciben.

Por lo tanto cuando vemos una superficie roja, realmente estamos viendo una superficie de un material que contiene un pigmento el cual absorbe todas las ondas electromagnéticas que contiene la luz blanca con excepción de la roja, la cual al ser reflejada, es captada por el ojo humano y decodificada por el cerebro como el color denominado rojo.

2.1.2.3. Johann Goethe, reacción humana a los colores

Johann Goethe (1749-1832) estudió y probó las modificaciones fisiológicas y psicológicas que el ser humano sufre ante la exposición a los diferentes colores y su manera de reaccionar ante ellos.



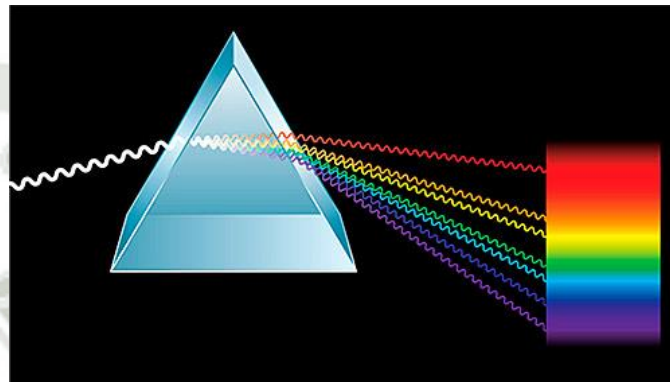
Su investigación fue la piedra angular de la actual psicología del color. Desarrolló un triángulo con tres colores primarios rojo, amarillo y azul y relacionó a cada color con ciertas emociones. **(40)**

2.2.EL COLOR

2.2.1. CONCEPTO DE COLOR

No podemos entender totalmente los colores sin entender qué es y cómo funciona la luz.

El color es un atributo que percibimos de los objetos cuando hay luz. Todo el mundo que nos rodea es de colores siempre y cuando haya luz.



La luz está constituida por ondas electromagnéticas que se propagan a unos 300.000 km por segundo. Esa luz no viaja en línea recta sino en forma de ondas. Es lo que se conoce como el carácter ondulatorio de la luz.

Cada una de esas ondas tiene una longitud de onda diferente que es lo que produce los distintos tipos de luz, como la luz infrarroja, la luz ultravioleta o el espectro visible. **(11)**

El color es una sensación que es percibida por los órganos visuales; está producida por los rayos luminosos y depende de su longitud de onda y de las características del órgano receptor. Es un fenómeno físico-químico asociado a las infinitas combinaciones de la luz, relacionado con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético.

El ojo humano es capaz de percibir 8000 colores manteniendo nivel de luminancia fija.

Se ha introducido en nuestro lenguaje el color como algo cotidiano, y se da por hecho que el cielo es azul, la sangre es roja y la nieve es blanca.

Hablar de definición de color es complicado ya que el color no es una materia, ni una fracción de luz, sino una sensación. Es uno de los elementos de la interpretación que da el cerebro a la radiación luminosa recibida por el ojo a partir de un cierto nivel de luminosidad, ya que el color solo existe en un ambiente fotópico, que es cuando actúan los conos.

La CIE (Comision Internationale de l'Eclairage) definió el color como "el aspecto de la percepción visual mediante el cual un observador puede distinguir entre dos campos de la misma forma, tamaño y textura a partir de las diferencias de la composición espectral de la radiación emitida o reflejada por esos campos".

Por tanto para hablar del color será necesaria la presencia de una fuente de luz y un observador, ya que como se ha dicho es la interpretación del cerebro por la cual la percepción del color tiene un componente psicológico. La luz es incolora o lo que es lo mismo, el color no es un atributo absoluto de la materia, depende no sólo de su pigmentación sino también de la composición de la luz.

Paradójicamente todos los millones de matices que el ojo es capaz de distinguir pueden explicarse con el método de visión tricromática simplificándose en un sistema con tres variables cromáticas: azul, verde, y rojo, que combinados adecuadamente permiten obtener los demás colores. Estos tres tipos de colores se encuentran en tres tipos de los conos presentes en la retina central. Estas tres variables cromáticas se denominan colores primarios al presentar la particularidad de que ninguno de ellos puede ser obtenido por mezcla de los otros dos.

Como se ha comentado el color es una característica psicofísica, es decir, depende del individuo. En física, medir un color es un proceso complejo en el cual se miden magnitudes objetivas que no tienen en cuenta la respuesta psicofísica. Aquí es donde entran los colores metámeros, donde un individuo puede ver como iguales dos colores con diferentes composiciones espectrales, estos dos colores son distintos pero son percibidos como iguales. Por tanto, la respuesta particular de cada individuo obtiene un considerable grado de importancia. **(1,3,4,5,6,10)**

Por otro lado el espectro visible es aquel en el que la longitud de la onda está comprendida entre los 380 y los 770 nanómetros ya que el ojo humano sólo es capaz de percibir ese tipo de luz.



Gracias a las propiedades de la luz los objetos devuelven los rayos que no absorben hacia su entorno. Nuestro cerebro interpreta esas radiaciones electromagnéticas que los objetos reflejan como lo que llamamos Color.

La percepción de la forma, de la profundidad o de la textura de los objetos está estrechamente ligada a la percepción de los colores de los mismos.

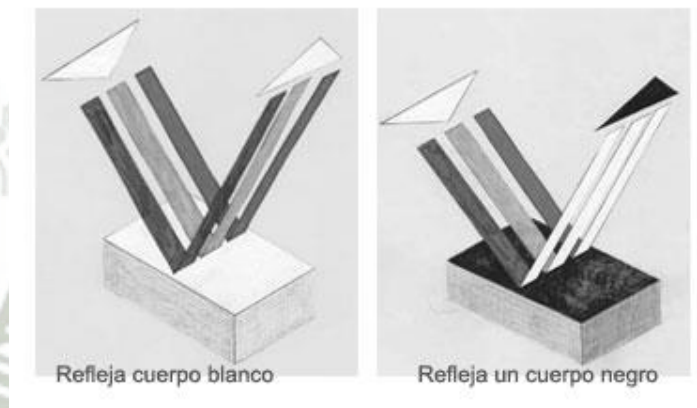
Como son percibidos los colores de los objetos

Somos capaces de ver colores gracias a dos de las propiedades de la luz. La absorción y la reflexión.

Un cuerpo opaco, es decir no transparente, absorbe gran parte de la luz que lo ilumina y refleja una parte más o menos pequeña. Cuando este cuerpo absorbe todos los colores contenidos en la luz blanca, el objeto parece negro.

Cuando refleja todos los colores del espectro, el objeto parece blanco. Los colores absorbidos desaparecen en el interior del objeto, los reflejados llegan al ojo humano. Los colores que visualizamos son, por tanto, aquellos que los propios objetos no absorben, sino que los propagan.

2.2.2. Absorción y reflexión

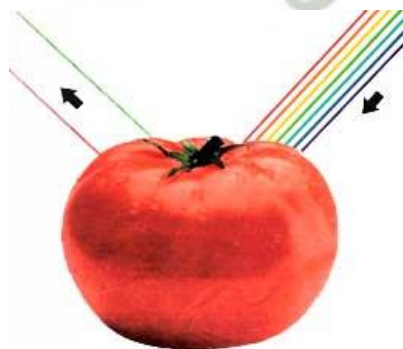


Todos los cuerpos están constituidos por sustancias que absorben y reflejan las ondas electromagnéticas, es decir, absorben y reflejan colores.

Cuando un cuerpo se ve blanco es porque recibe todos los colores básicos del espectro (rojo, verde y azul) los devuelve reflejados, generándose así la mezcla de los tres colores, el blanco.

Si el objeto se ve negro es porque absorbe todas las radiaciones electromagnéticas (todos los colores) y no refleja ninguno.

El rojo de un cuerpo



El tomate nos parece de color rojo, porque el ojo sólo recibe la luz roja reflejada por la hortaliza, absorbe el verde y el azul y refleja solamente el rojo. Un plátano amarillo absorbe el color azul y refleja los colores rojo y verde, los cuales sumados permiten visualizar el color amarillo. **(1,3,4,5,6,10)**

ATRIBUTOS PSICOFÍSICOS DEL COLOR

Están ligados a las condiciones a las que está sometido el sistema visual. De esta forma un mismo objeto que es percibido de un color a mediodía, puede ser visto de forma distinta al atardecer.

Tres atributos:

- **TONO:** Es la primera respuesta que se da cuando se pide el color que tiene un objeto (rojo, amarillo, verde o azul, o combinación de dos de ellos). La clasificación según el tono nos lleva a los estímulos acromáticos (grises) o a los estímulos cromáticos (el resto).



- **LUMINOSIDAD:** Es la sensación por la que un campo parece emitir más o menos luz.

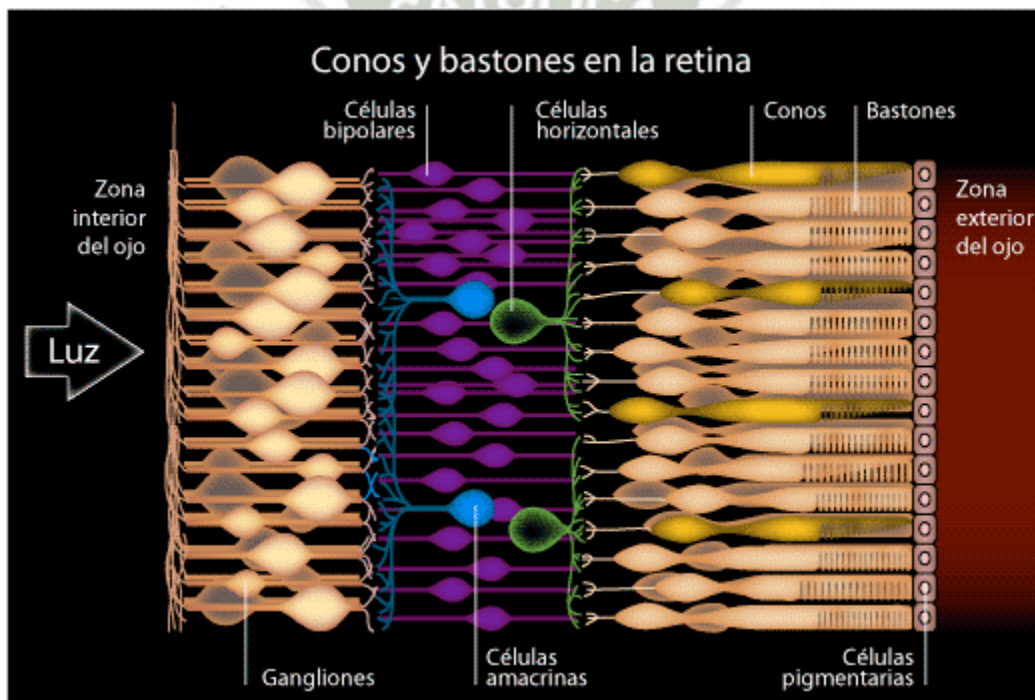


- **SATURACIÓN:** Depende de la cantidad de blanco mezclada en el color. Cuanto menos blanco tenga más saturado estará en ese color.



LA RETINA

La retina traduce la señal luminosa en señales nerviosas. Está formada por tres capas de células nerviosas. Sorprendentemente, las células fotosensibles (conocidas como conos y bastones) forman la parte trasera de la retina (es decir: La más alejada de la apertura del ojo). Por eso, la luz debe atravesar antes las otras dos capas de células para estimular los conos y los bastones. **(1,3,4,5,6,10)**



PORCIÓN DEL OJO SENSIBLE A LA LUZ

1. **Conos:** encargados de la visión a colores, con pigmentos de color y un diámetro de aproximadamente 5 a 8 μm .
2. **Bastones:** visión en blanco y negro, así como la visión en la oscuridad, son estrechos, largos de aproximadamente 2 a 5 μm y contienen rodopsina

Ante la excitación de cualquiera de estas células los impulsos se transmiten a través de las capas de la retina.
Los conos y bastones están compuestos por:

- ⦿ En el segmento externo se sitúa la sustancia fotosensible, los pigmentos de color conjugados son incorporados a las membranas de los discos bajo la forma de proteínas transmembrana.
- ⦿ En el segmento interno se encuentra el citoplasma con orgánulos principalmente con mitocondrias.
- ⦿ Cuerpo sináptico es la estructura que se conecta con las estructuras neuronales: las células horizontales y bipolares. **(5)**

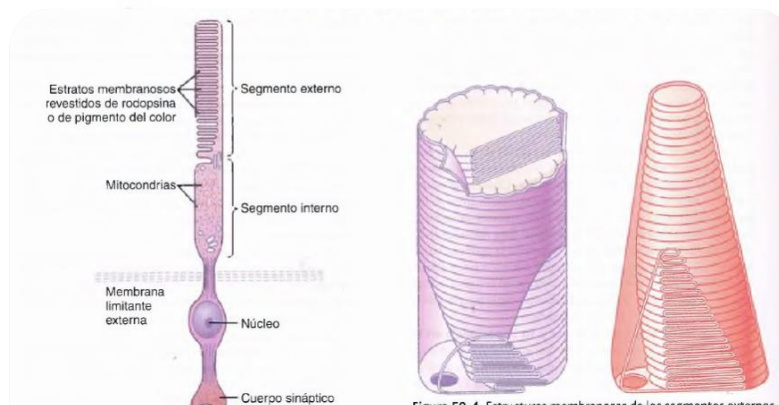
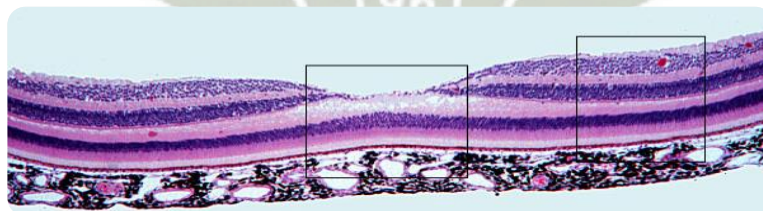


Figura 50-3 Dibujo esquemático de las partes funcionales de los conos y los bastones.

Figura 50-4 Estructuras membranosas de los segmentos externos de un bastón (izquierda) y un cono (derecha). (Por cortesía del Dr. Richard Young.)

(8)

La importancia de la “fóvea” de la retina radica en la visión aguda, se encuentra situada en el centro. Desplazando las capas ganglionares, nuclear externa y plexiformes lo que permite que la luz llegue directamente a los conos



(8)

En la “fóvea” los conos y bastones son alargados.

Capa pigmentaria: contiene grandes cantidades de melanina lo que impide la reflexión lumínica, contiene grandes cantidades de vitamina A que se intercambia a través de las membranas a segmentos externos.

FOTO-PIGMENTOS

- Son proteínas que se encuentran en el interior de discos membranosos que se disponen en pilas en el segmento externo del receptor → son repliegues de la membrana externa de la célula.
- Los segmentos internos, contienen componentes citoplasmáticos y orgánulos comunes.
- forma una separación incompleta entre la capa de los segmentos internos y la capa nuclear externa.
- Se continúan con su propio segmento interno
- Se conecta con células horizontales y bipolares. (5)

FOTOQUÍMICA DE LA VISIÓN

- Ciclo rodopsina-retinal y excitación de los bastones

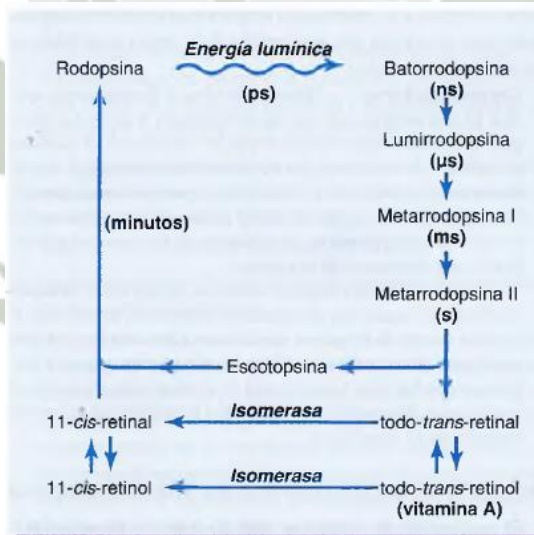


Figura 50-5 Ciclo visual de la rodopsina-retinal en el bastón, que muestra la descomposición de la rodopsina ante la exposición a la luz y su posterior regeneración lenta mediante procesos químicos.

Activación de la rodopsina: hiperpolarización y potencial de membrana de los bastones.

- El comportamiento de un bastón es bastante \neq al de los otros elementos receptores neuronales.
- En la oscuridad, los iones Na entran al segmento externo y alteran su potencial de membrana desde el nivel de -70 a -80 mvolt (hiperpolariza), hasta un valor + positivo de -40 mvolt \rightarrow se despolariza.
- Esto se conoce como la corriente de Na o «corriente oscura», y normal/ produce, en la oscuridad, la liberación de una pequeña cantidad de transmisor.
- Cuando la luz golpea a un fotorreceptor, la hiperpolarización transitoria de los bastones alcanza un máximo en unos 0.3 seg. y dura + de 1 seg.
- La duración del potencial receptor es proporcional al logaritmo de la intensidad de luz.
- Permite al ojo discriminar la intensidad de luz en un intervalo + grande de lo que será posible de otro modo.

Fotoquímica, visión en color y conos fotorreceptores

- El proceso de transducción fotoquímica en los conos implica una opsina (fotopsina) y un retinal.
- Hay 3 tipos de conos, y c/u tiene una fotopsina \neq cuya sensibilidad es máxima a longitudes de onda determinadas de la luz \div las porciones azul, verde o roja del espectro de luz.
- Detecta graduaciones rojas, verdes y azules y sus variaciones monocromáticas (5)

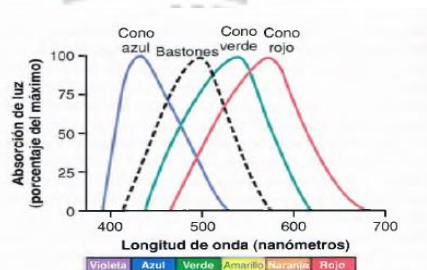


Figura 50-8 Absorción de la luz por el pigmento de los bastones y por los pigmentos de los tres conos receptores del color en la retina humana. (Reproducido a partir de las curvas recogidas por Marks WB, Dobbelle WH, MacNichol EF Jr: Visual pigments of single primates cones. Science 143:1181, 1964, y por Brown PK, Wald G: Visual pigments in single rods and cones of the human retina: direct measurements reveal mechanisms of human night and color vision. Science 144:45, 1964. © 1964 por la American Association for the Advancement of Science.)

Sensibilidad de la retina: adaptación a la luz y a la oscuridad

- Cuando una persona se expone durante mucho tiempo ante una luz intensa, las sustancias fotoquímicas de los conos y de los bastones se agotan y el retinal se convierte en vitamina A.
- Se reduce la sensibilidad a la luz y a este proceso se denomina adaptación a la luz.
- En la oscuridad, las opsinas y el retinal se convierten de nuevo en pigmentos fotosensibles.
- La vitamina A se convierte en retinal.
- Es el proceso de adaptación a la oscuridad, sucede 4 veces + rápido en los conos q' en los bastones.
- Los conos dejan de adaptarse después de unos min, mientras q' los bastones, + lenta/, incluso horas y su sensibilidad ↑ enorme/.

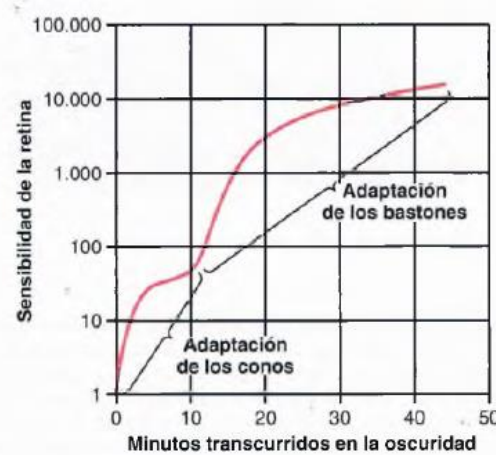
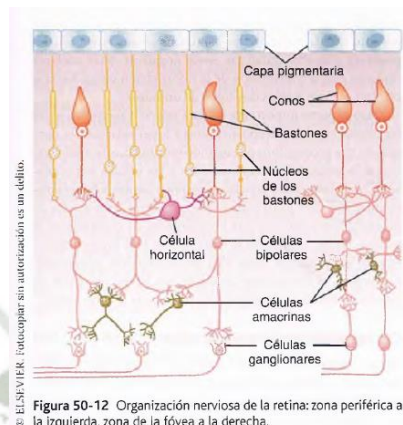


Figura 50-9 Adaptación a la oscuridad, en la que se manifiesta la relación entre la adaptación de los conos y de los bastones.

CIRCUITOS NERVIOSOS DE LA RETINA

1. Conos y bastones: transmiten señales hacia la capa plexiforme donde hace sinapsis con células bipolares y horizontales.
2. Células horizontales: transmiten señales en sentido horizontal
3. Células bipolares: sus señales son en sentido vertical a las células ganglionares.

4. Células amacrinas: señales en 2 direcciones de interacción de axones bipolares hasta dendritas de células ganglionares.
5. Células ganglionares: producen señales de salida de la retina hacia el cerebro a través del nervio óptico.



Neurotransmisores liberados por neuronas de la retina

- Los conos y bastones liberan glutamato en sus sinapsis con células bipolares.
- Las células amacrinas producen ácido γ -aminobutírico, glicina, dopamina, acetilcolina e iplolamina, que generalmente son inhibidores.

La transmisión de la mayoría de los impulsos en las neuronas de la retina se produce por condición electrónica, no por potenciales de acción.

El flujo de corriente a lo largo del citoplasma neuronal y axones desde el punto de excitación hasta la salida. Los conos y bastones utilizan este mecanismo cuando se hiperpolarizan en el segmento externo se trasmite el flujo de corriente por el citoplasma hasta el cuerpo sináptico. Esta transcripción permite la conducción escalonada de la potencia de señal. **(5)**

Inhibición lateral para el potencial de contraste visual

- La función primordial de las células horizontales es la transmisión, poner freno al proceso de dispersión de señales excitatorias de la retina suministrando una inhibición lateral de las zonas adyacentes para mejorar la transmisión de márgenes de contraste.
- Las células bipolares des e hiperpolarizantes liberan glutamato por la conexión con conos y bastones reciben excitación directa y otra por camino indirecto a través de la célula horizontal.

- Este mecanismo permite el envío de señales positivas y negativas, para asegurar el margen de contraste y estar situado entre dos receptores.

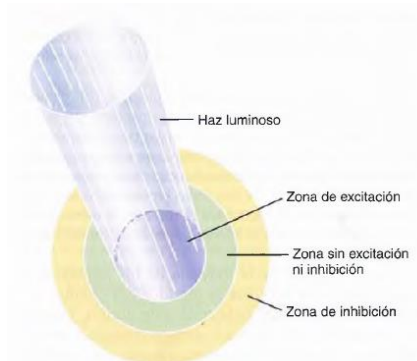


Figura 50-13 Excitación e inhibición de una zona de la retina ocasionadas por un haz pequeño de luz, que pone de manifiesto el principio de la inhibición lateral.

CÉLULAS AMACRINAS:

Existen 30 clases con diferencias morfológicas e histoquímicas, y se conocen las funciones de 12 de estas.

- Responde a una vía directa para la visión de los bastones.
- Responde en señal visual continua, su actividad se extingue con rapidez.
- Respuesta energética al parecer señales visuales, cesa a gran velocidad.
- Responden al encender o apagar la luz o un cambio de iluminación.
- Reacciona con un movimiento en un punto a través de la retina en dirección específica. **(5)**

CÉLULAS GANGLIONARES Y FIBRAS DEL NERVIÓ ÓPTICO

- Aproximadamente existen:
 - 100000000 bastones.
 - 3000000 conos.
 - 1600000 células ganglionares.
 - en una célula ganglionar se conectan alrededor de 60 bastones y 2 conos. A medida que se acerca hacia a la fovea central disminuye la cantidad de conexiones.

Tipos de células ganglionares:

- W: es aproximadamente el 40% del total son pequeñas y lentas aproximadamente 8m/s. los componentes de excitación de los bastones con campo amplio perciben especialmente para detectar movimientos direccionales del campo visual (visión grocera)
- X: representan aproximadamente el 55% del total con medianas y sus impulsos viajan a 14m/s. poseen campos pequeños de visión y transmiten detalles finos de la visión y posiblemente de la visión de colores.
- Y: son grandes y las menos numerosas con el 5% del total son las mas veloces con 50m/s. poseen campos amplios de visión y responden a modificaciones rápidas de movimientos con intensidad.
- Las células ganglionares con fibras largas que llegan al cerebro formando el nervio óptico transmiten impulsos mediante potenciales de acción repetidos incluso cuando no son estimulados con una frecuencia de entre 5 a 40 por segundo.
- La excitación de las células ganglionares depende de los cambios de intensidad de la luz**(5)**

Transmisión de señales que indican los contrastes en la escena visual

- Varias células responden a los márgenes de escena como medio principal para transmitir al cerebro y explicar dicho proceso cuando la iluminación es uniforme a toda la retina y estimula igualmente a todos los fotorreceptores aquí entran las células bipolares despolarizantes con carácter excitador.
- La parte central excita una célula polar o despolarizada los dos quedan a cada lado estan
- Conectados con la misma célula bipolar cuando alguna esta en obscuridad hace que las células horizontales no reciban ningún estímulo. Una célula ganglionar puede ser estimulada por una o más cantidades de conos de diferentes o de un tipo.

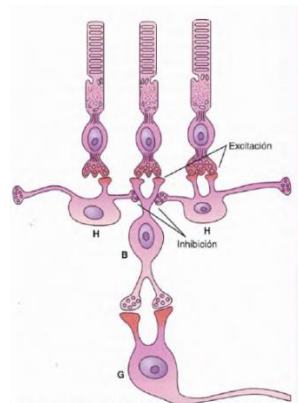
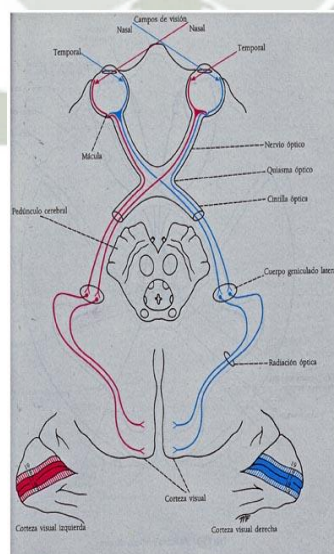


Figura 50-15 Disposición típica de los bastones, las células horizontales (H), una célula bipolar (B) y una célula ganglionar (C) en la retina que muestra la excitación en las sinapsis existentes entre los bastones y la célula bipolar y las células horizontales, pero la inhibición desde las células horizontales a la bipolar.

VÍAS VISUALES

1. Las señales nerviosas abandonan la retina a través de los nervios ópticos
2. En el quiasma óptico las fibras procedentes de la mitad nasal de la retina cruzan al lado opuesto donde se unen a las fibras originadas en la retina del lado temporal contraria para formar los tractos ópticos o cintillas ópticas.
3. Las fibras de cada tracto óptico hacen sinapsis en el núcleo geniculado lateral o externo dorsal del tálamo
4. Las fibras genículocalcarinas se dirigen a través de la radiación óptica a la corteza visual primaria en la cisura calcarina del lóbulo occipital medial (área 17 de Brodmann) **(5)**



Las fibras visuales se dirigen a otras regiones más antiguas del encéfalo:

- La cintilla óptica llega hasta el núcleo supraquiasmático del hipotálamo (regula el ritmo circadiano)
- Hacia los núcleos pretectales en el mesencéfalo para los reflejos de los ojos para enfocar objetos y activar el reflejo fotomotor pupilar
- Hacia el tubérculo cuadrigémino superior para controlar los movimientos direccionales rápidos de ambos ojos
- Hacia el núcleo geniculado lateral ventral del tálamo y regiones basales del cerebro (funciones conductuales)

LA VÍA VISUAL SE DIVIDE EN:

- Sistema antiguo que va hacia el mesencéfalo y prosencéfalo
- Sistema nuevo: corteza occipital: percibe forma visual, colores, visión consciente (gnosia) **(5)**

FUNCIÓN DEL NÚCLEO GENICULADO LATERAL DORSAL DEL TÁLAMO

- Dos funciones principales :
 1. Transfiere la información visual desde el tracto óptico hacia la corteza visual a través de la radiación óptica (tracto geniculocalcarino)
 2. Filtra la transmisión de los impulsos hacia la corteza visual

El núcleo geniculado lateral dorsal del tálamo recibe para su acción reguladora señales de

- Fibras corticófugas
- Zonas reticulares del mesencéfalo

Tiene 6 capas nucleares: la II, III, V recibe señales de la mitad lateral de la retina homolateral

La I, IV y VI recibe señales de la mitad interna de la retina.

Cada zona retiniana de ambos ojos se conecta con neuronas

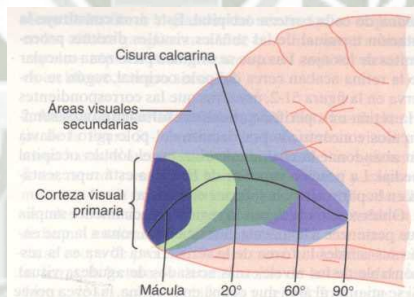
Capa I y II del cuerpo geniculado lateral son las capas magno celulares (M) estas reciben todas las aferencias de las células ganglionares tipo Y – W de la

retina , es la vía de conducción rápida, transmite el blanco y el negro y el movimiento. Son el 10%

Capa III, IV, V y VI son las parvocelulares recibe aferencia de las células ganglionares X transmite el color con precisión, son conducción lenta, son el 80% .

ORGANIZACIÓN Y FUNCIÓN DE LA CORTEZA VISUAL

- Cisura calcarina parte interna de cada corteza occipital.
- Mácula termina cerca del polo.
- Parte superior retina se representa en la zona alta
- Parte inferior se representa en la zona baja

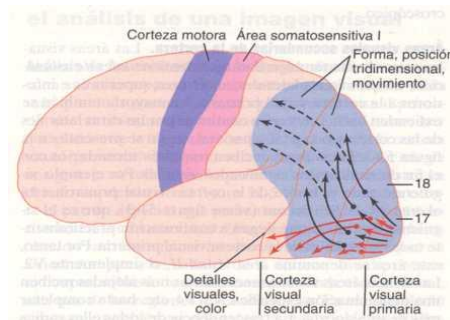


- Fóvea es responsable del grado máximo de agudeza visual
- Area 17 de Brodmann o área visual I o V1 o corteza estriada
- Las señales para el detalle visual y el color se transmite a la porción ánteroventral del occipital y ventral del lóbulo temporal.

CORTEZA VISUAL SECUNDARIA

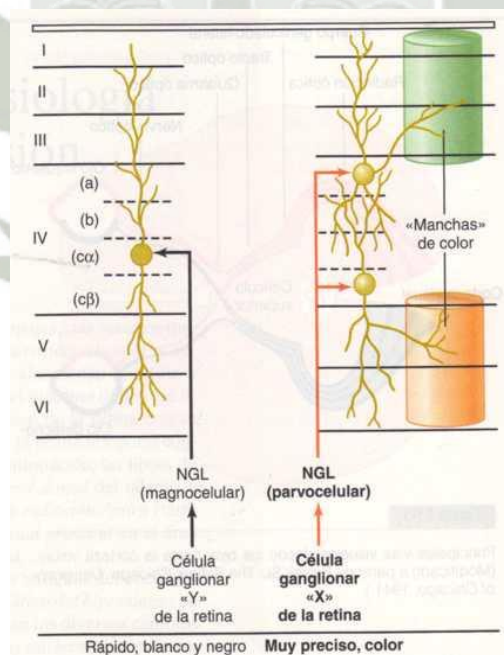
- Area de asociación
- Rodea al área primaria
- Analiza significado visión
- Área 18 Brodmann o área visual II o V 2(5)

- Después sigue V3, V4 hasta V12 (llega hasta el lóbulo parietal) estas áreas segmentan, analizan la imagen visual = FORMA, POSICIÓN TRIDIMENSIONAL, MOVIMIENTO



CORTEZA VISUAL PRIMARIA (v 1 o estratificada)

- Tiene 6 capas distintas .En la capa IV termina la mayoría de las fibras genículo calcarinas.
- Hay IVc alfa = viene de las células ganglionares Y
- IV a, y c beta = vienen de las células ganglionares X
- Las vías células ganglionares X = visión precisa , visión colores. **(5)**



COLUMNAS NEURONALES VERTICALES DE LA CORTEZA VISUAL

- Hay Varios millones y miden 30 a 50 micras, son una unidad funcional, en toda la corteza cerebral hay para los demás sentidos, motora, cognitivo (analítico). Cada columna vertical tiene mil neuronas y llega la señal óptica a la capa IV y de ahí se difunde

MANCHA DE COLOR DE CORTEZA VISUAL

- Se intercalan entre las columnas visuales y se activan con el color, Principalmente descifran el color(5)

DOS VIAS PRINCIPALES PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN VISUAL

1ª VÍA RÁPIDA DE POSICIÓN Y MOVIMIENTO

- Área 17 (I) – Área 18 (II) – Centro temporal posterior – occipitoparietal
Viene de la célula ganglionar Y
Blanco y negro

2ª VIA COLOR Y DETALLE EXACTO

- Área 17 (I) – área 18 (II) – región ventral inferior y medial, corteza occipital y temporal
- Reconoce letras
- Determina textura
- Significado de colores

PATRONES NEURONALES DE ESTIMULACIÓN DURANTE EL ANÁLISIS DE LA IMAGEN VISUAL

1. Análisis de los contrastes de la imagen visual.

Área 17 (I) se ocupa de los contrastes de la escena

Gradiente contraste = entre mayor el nivel de contraste y mayor la diferencia entre claro y oscuro es mayor el grado de estimulación

2. Corteza visual detecta orientación de líneas y bordes
3. Células simples (capa IV área 17)

Detecta: vertical, horizontal, inclinación por la organización lineal de las células de inhibición

Detección orientación líneas cuando se desplazan lateral o vertical. Son las células complejas

4. Detección líneas longitud / ángulo específico
5. El contraste del color con el blanco es el principal responsable del fenómeno CONSTANCIA DEL COLOR(5)



2.3 TIPOS DE DEFICIENCIAS.

Las personas con visión del color normal requieren de tres colores primarios para percibir correctamente el color. A dicha persona se le denomina “tricrómata normal”, lo que significa que los tres tipos de conos (L, M y S) y pigmentos están presentes.

Se conocen los siguientes tipos de anomalías en la visión de los colores:

- Tricromatismo anómalo o visión tricromática anormal.
- Dicromatismo.
- Monocromatismo o visión monocromática.

Vamos a describir brevemente los distintos casos de deficiencias y a la vez iremos mostrando un ejemplo para observar cómo se ven las cosas desde sus ojos. Para comenzar mostraremos el caso de visión normal con dos fotografías.



Visión normal

- Tricromatismo anómalo.

Como su propio nombre indica hace referencia simplemente a una anomalía presente en los conos, puesto que en este caso, los sujetos que la padecen tienen los tres tipos de conos necesarios (L, M y S). El problema radica en que hace falta una proporción de cada tono de color muy diferente a la empleada por un sujeto con visión normal para igualar cualquier tono de color.

Hay tres clases de tricromatismo anómalo:

- Deuteranomalía: se caracteriza por la gran cantidad de verde que se necesita mezclar al rojo para lograr un amarillo.
- Protanomalía: se necesita una cantidad muy grande de rojo para que al mezclarlo con verde nos dé amarillo, debido a la reducción en la luminosidad del rojo que caracteriza esta anomalía.
- Tritanomalía: es necesario añadir a un color verde una enorme cantidad azul para igualar la mezcla a un estímulo verde azulado dado.
(1,3,4,5,6,10)

El 75 % de los defectos de visión de color se corresponde con tricrómatas anómalos.

➤ Dicromatismo.

Estas personas poseen dos tipos de conos en lugar de tres. El dicromatismo es la visión de color anómala, en la que cualquier color puede igualarse a la mezcla de dos primarios. El espectro se ve como dos colores separados por una cinta acromática (punto neutro). La presentan el 24% de las personas con deficiencias de visión cromática. Hay tres clases de dicromatismo:

- Deuteranopía: dicromatismo con una luminosidad relativa espectral muy parecida a la de la visión normal, pero en la que se confunden el rojo y el verde. En el espectro el deuteranope sólo se ven dos colores primarios. Las largas longitudes de onda (verde, amarillo, naranja, rojo) las ve amarillas y las cortas longitudes (azul y violeta) las ve azules. Estas tonalidades se van debilitando desde los extremos al centro hasta llegar a un punto neutro (aproximadamente 497 nm.) sin color.



Ejemplo de visión para un deuteranope.

- Protanopía: una clase de dicromatismo en la que los únicos tonos que se distinguen son el azulado para todas las radiaciones por debajo de 495 nm. y el amarillento para las radiaciones superiores. El punto neutro está aproximadamente en los 495 nm. La curva de visibilidad decrece considerablemente en el extremo rojo, en el que se es prácticamente ciego. La protanopía sólo la padecen los hombres, las mujeres la transmiten en un porcentaje del 1%. **(1,3,4,5,6,10)**



Ejemplo de visión para un protanope.

- Tritanopía: un tipo raro de dicromatismo en que se confunden el amarillo y el azul. El tritanope sólo ve dos colores, rojo en el lado de las grandes longitudes de onda y verdes o azul verdoso al otro lado de su punto neutro que está situado hacia los 570 nm. La tritanopía frecuentemente es del tipo adquirido, resultado de una enfermedad o desprendimiento de retina, glaucoma, etc., siendo muy rara la tritanopía congénita, estimándose su número de unos cinco hombres y tres mujeres por cada 100.000 habitantes.



Ejemplo de visión para un tritanope.

- Monocromatismo.

El monocromatismo es la ceguera total al color, anomalía en la visión en la que es posible la percepción de luminancia pero no de color. En esta deficiencia, faltan dos receptores de color, que casi siempre son rojo y verde. Es lo que se conoce como acromatopsia. La presentan el 1% de las personas con deficiencias cromáticas de percepción. Hay dos clases de monocrómatas:

Monocrómatas de conos con una curva de visibilidad fotópica normal, lo mismo para la agudeza visual y la adaptación a la oscuridad. Estas personas ven todo en tonos de grises, pero a pesar de la desventaja de no ver colores tienen la ventaja de apreciar texturas y acabados con mayor finura que una persona normal por lo que son muy cotizados para control de calidad. **(1,3,4,5,6,10)**

Monocrómatas de bastones o acrómatas con una retina sin conos funcionales, por lo que padecen una visión disminuida (poca agudeza visual) fotofobia y astigmatismo asociado.



Ejemplo de visión para un monocrómata.

Su visión es completamente en tonos grises. Por último vamos a mostrar gráficamente las estadísticas en relación con las distintas deficiencias.

| Deficiencias de percepción cromática (%) | | |
|---|----------------|----------------|
| Clasificación | Hombres | Mujeres |
| Tricromatismo anómalo | 6.3 | 0.37 |
| Protanomalia (L) | 1.3 | 0.02 |
| Deuteranomalia (M) | 5.0 | 0.35 |
| Tritanomalia (S) | 0.0001 | 0.0001 |
| Dicromatismo | 2.4 | 0.03 |
| Protanopia (L) | 1.3 | 0.02 |
| Deuteranopia (M) | 1.2 | 0.01 |
| Tritanopia (S) | 0.001 | 0.003 |
| Monocromatismo | 0.00001 | 0.00001 |

Estadísticas de incidencia de las deficiencias de percepción cromática en la población, separada por sexos.

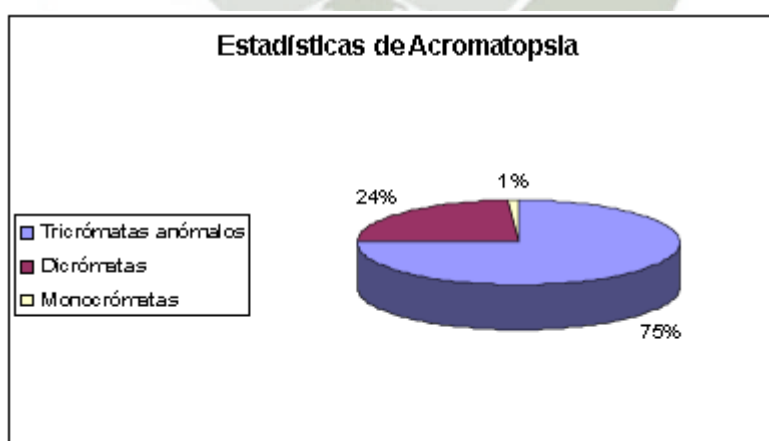


Gráfico estadístico sobre las deficiencias de percepción del color.

➤ **CAUSAS DE LAS ANOMALÍAS:**

Existen dos tipos de deficiencias según las causas a las que son debidos los defectos visuales del color. De tipo congénito, de carácter permanente, y de tipo adquirido, con posibilidad de reversibilidad.

❖ **DEFICIENCIAS CONGÉNITAS:** La mayoría de los daltonismos (rojo- verde) y de los monocromatismos son de origen genético.

Este tipo de anomalías afecta más a los varones (entre 7-8%) que a las mujeres (0.5-0.6%) afectando a los dos ojos.

A la hora de explicar cómo están relacionadas estas alteraciones con la genética aparecen varias teorías tales como:

1. Modelo primario de transmisión: a la conclusión que llega este modelo es a que el defecto se encuentra en el cromosoma X, pero es un gen recesivo con lo que se explicaría la predominancia del daltonismo entre los varones (que sólo poseen un cromosoma X) que entre las mujeres (que poseen dos). Esta teoría sólo permite explicar la existencia de una sola anomalía en un individuo, pero no explica el motivo de que se den más de una.
2. Modelo de Piantanida: este modelo sí que explica este último supuesto. La manera de hacerlo es recurriendo a la idea de que se unen en un individuo genes marcados con distinto tipo de anomalías. Esto permitiría confirmar la hipótesis de que las deficiencias del tipo protán y deuterán no se encuentran en los mismos locis en el cromosoma X.

Piantanida considera seis tipos de deficiencias rojo- verde (protanomalia, protanomalia extrema, protanopia, deuteranomalia, deuteranomalia extrema y deuteranopia) asociadas no sólo ya a la degeneración normal

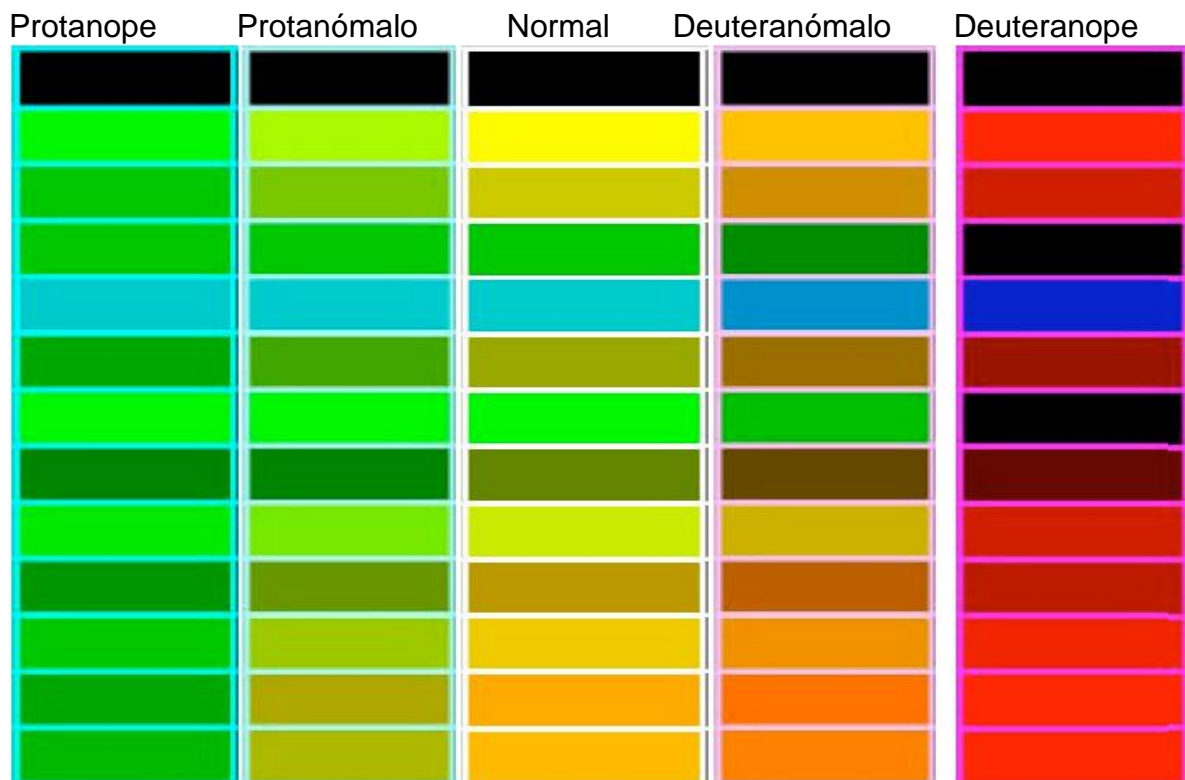
de los fotopigmentos rojo y verde, sino también a su propia generación anómala. O como en los casos extremos de protanopía y deuteranopía en los que se carece del fotopigmento rojo y verde, respectivamente.

3. Aportaciones de Nathans: con sus trabajos llegaron a las siguientes conclusiones: las anomalías del tipo tritán están relacionadas con las anomalías que se puedan presentar en el cromosoma 7, mientras que las anomalías del tipo protán y deuterán lo están con las posibles anomalías en el cromosoma X. **(1,3,4,5,6,10)**

Los genes responsables de los fotopigmentos rojo y verde tienen muchas similitudes entre ellos, no así el responsable del azul que se parece más a los generadores de rodopsina (fotopigmento de los bastones).

Considera como responsables de las anomalías rojo- verde a los procesos de crossing over (que pueden ocurrir durante la meiosis celular). Se puede presentar falta de alineamiento en la región donde se hallan estos genes, pudiendo también, al producirse la separación de los cromosomas, que un brazo carezca del gen mientras que el otro posea dos. Causas estas que explicarían la protanopía y la deuteranopía.

A continuación vemos una serie de imágenes que reproducen la visión de los diferentes colores que presentarían los diferentes observadores anómalos en función del grado de la deficiencia (4);



EJEMPLOS DE CÓMO SERIA LA VISION DE:

- A) TRICROMATA NORMAL
- B) PROTANOMALIA CON 50% DISMINUIDO AL ROJO
- C) DEUTERANOMALO CON DISMINUCION 50% EN VERDE
- D) TRITAN CON DISMINUCION 50% EN AZUL
- E) PROTANOPE
- F) DEUTERANOPE
- G) TRITANOPE
- H) ACROMATOPSIA



❖ **DEFICIENCIAS ADQUIRIDAS:**

Son muchas y muy variadas las causas que pueden generar ceguera cromática adquirida. Este tipo de alteración en la visión del color puede afectar tanto a hombres como a mujeres. En este caso no afectará por igual a ambos ojos, sino que normalmente afecta a un solo ojo, son alteraciones de monoculares.

En general, en contra de lo que ocurriría con los daltonismos, la mayoría de las alteraciones del tipo tritán forman parte de las deficiencias adquiridas. Es destacable que esta alteración tiende a darse con mayor frecuencia entre dos grupos completamente opuestos, los ancianos y los niños. Las causas cernientes a los primeros son las debidas a la edad, el progresivo amarilleamiento del cristalino, la acumulación excesiva de pigmento macular, o los cambios degenerativos en los conos y/o en el nervio óptico. En cuanto a porqué se da en niños, y concretamente en niños de preescolar (como se

comprobó en un estudio realizado por un grupo de investigación de la Universidad Complutense de Madrid), la explicación está relacionada con el retraso madurativo relativo en los conos responsables del azul- amarillo (los trita- conos).

Se pueden clasificar en dos tipos: enfermedades infecciosas y no infecciosas.

1. **Enfermedades infecciosas:** tales como sífilis que afectan al mecanismo receptivo (disminución en la discriminación azul- amarillo).

Este tipo no afecta siempre a toda la retina, a veces es sólo una pequeña área la afectada por la tritanopía.

Para corregir este tipo de alteraciones habrá que curar la enfermedad y, en algunos casos, aun así, no será posible la recuperación.

2. **Enfermedades no infecciosas:** afecciones oculares (como por ejemplo, cataratas, retinopatía diabética, glaucoma, degeneración macular senil, compresión del nervio óptico, desprendimiento de retina). Afecciones de tipo nervioso como la esclerosis múltiple. Traumatismos craneoencefálicos. Enfermedades sanguíneas.

3. Los casos más corrientes se deben al consumo excesivo de tabaco y alcohol, y otros tipos de drogas. A la acción de algunos fármacos como los estimulantes cardíacos, sustancias antibacterianas, píldoras anticonceptivas (como se desarrolla en el estudio realizado por un miembro del departamento de Óptica de la Universidad de Granada).

Se pueden producir alteraciones debido a intoxicaciones. En alguna de ellas se produce la debilidad entre rojo- verde acompañada de la disminución de la agudeza visual y por una menor habilidad para la discriminación amarillo- azul y claro- oscuro. Si la intoxicación prosigue, se llegará incluso a la ceguera cromática. **(1,3,4,5,6,10)**

Existen, también, otros factores causantes de estas alteraciones tales como el láser o la exposición a algunos productos químicos. E incluso en algunos casos, la exposición prolongada delante del ordenador puede provocar estados tritan transitorios.

2.4 DISCROMATOPSIA Y CONTEXTO ACTUAL 2017

Ya está ampliamente estudiado que los solventes orgánicos en especial el tolueno, estireno, benceno, n-hexano y xileno están relacionados a la alteración en la visión cromática y hasta ya se han establecido los niveles de concentración necesarios para que estas sustancias causen estas alteraciones, es sabido también que estos solventes son ampliamente utilizados en las industrias de teñidos por lo que es necesario una política preventiva en esa población, esto evidenciado en el último estudio de discromatopsias de la universidad de Medellín publicado en la sociedad española de oftalmología el pasado 13 de julio del 2016. **(18,38,39)**

También se ha demostrado a través de potenciales evocados realizada en niños intrauterino una alteración prenatal de la visión de color en niños cuyas madres son trabajadoras en estas industrias.

El mecanismo por el que se produce el daño puede ser por destrucción de los conos encargados de la recepción, o a través de la desmielinización de las fibras del nervio óptico o de las que llegan al cuerpo calloso produciendo una transmisión más lenta. **(22)**

Por otro lado se sabe que las discromatopsias adquiridas afectan primordialmente a la los conos encargados de la visión azul-amarillo produciendo un defecto tritan y esto se puede explicar por qué se ha determinado que el desarrollo de estos conos se producen luego de los rojos o verdes aproximadamente a los 2 meses de edad. **(24,25)**

Otra teoría ya aceptada es debida a que estos conos son más frágiles y escasos y su disposición en la retina es dispersa lo que los hace anatómicamente más vulnerables. **(23,26,27,33)**

En el caso de los estudios sobre la alteración de la visión cromática en pacientes cocainómanos se postula como hipótesis ya comprobada que al igual que los solventes hay destrucción de los conos pero también hay una alteración en la concentración del neurotransmisor dopamina, esto ya evidenciado por un electroretinograma. **(31,32)**

En el caso del sexo a pesar de que los hombres son más predisponentes por lo antes explicado se ha demostrado que los estrógenos disminuyen las concentraciones de dopamina tanto a nivel cerebral como a nivel retiniano. **(36)**

Por otro lado se sabe que el principal neurotransmisor en la retina es la dopamina y el más abundante y que sus principales receptores son el DRD1 al DRD4. **(23,27,34,35)**

Es por ello que se evidencio una marcada alteración de la visión cromática en las patologías asociadas a bajos niveles de dopamina como son el síndrome de tourette, enfermedad de Parkinson, corea de Huntington y ya explicado en los pacientes consumidores de cocaína, y se evidencio también la alteración en los conos para longitudes cortas ya explicado también. **(28,29,30,31,32)**

En el caso de los pacientes con déficit de atención e hiperkineticos es la misma hipótesis como ya conocemos solo que el problema de ellos está a nivel de receptores en especial el DRD4. **(34,35)**

LA DISCROMATOPSIA Y EL APRENDIZAJE.

Existen diversas razones que justifican la posibilidad de que las anomalías en la visión de los colores tengan implicaciones en el aprendizaje escolar, especialmente en la Educación Infantil.

En esta etapa el color no sólo es un importante aspecto motivador que tiñe múltiples tareas escolares, sino que también es un contenido de aprendizaje en sí mismo y, sobre todo, u medio didáctico utilizado habitualmente para importantes aprendizajes, sobre todo en el área de Comunicación y representació.

El currículo oficial para este ámbito de experiencia se estructura en torno a seis bloques, referidos al lenguaje oral, con una aproximación también al lenguaje escrito; la expresión plástica, musical y corporal; las relaciones, medidas y la representación en el espacio.

El objetivo general es potenciar las capacidades, sobre todo cognitivas, del niño que le posibiliten unas relaciones progresivamente más enriquecidas con el medio. La «percepción diferenciada de los colores primarios y sus complementarios» aparece recogida específicamente como un contenido procedimental del bloque de Expresión Plástica.**(14)**

Además, tras una exhaustiva revisión de los proyectos curriculares, los materiales didácticos que ofrecen diversas editoriales y la misma práctica docente de un extenso grupo de maestros y maestras, podemos resaltar una serie de contenidos y actividades en las cuales el color se utiliza como un recurso didáctico fundamental.

En cuanto al aprendizaje de conceptos verbales y matemáticos, uno de los principales retos es conseguir que los alumnos desarrollen capacidades de representación simbólica, propias del estadio «pre operacional», a través de tareas esencialmente manipulativas y perceptivas. El color es considerado, al menos implícitamente, como un conocimiento previo compartido por casi todos los niños mayores de 3 años, incluso por muchos que presentan necesidades educativas especiales asociadas a alguna discapacidad, a la vez que un elemento que facilita las relaciones perceptivo cognitivas y que se asocia fácilmente a materiales manipulables.

Así, en primer lugar, el color se utiliza espontáneamente como apoyo visual de conceptos básicos nuevos o como código referencial para otros conceptos cotidianos, objetos, dibujos o vocabulario que aún no están en el repertorio lingüístico del alumno.

Los conceptos relacionados con la numeración y los procedimientos de cuantificación se trabajan habitualmente con «ábacos» en los que el color de las bolas se utiliza también como ayuda. Alunas editoriales, incluso, comercializan «regletas» que se basan en el color para representar diferentes cantidades.

Para desarrollar la representación en el espacio, en segundo lugar, se parte habitualmente de la enseñanza de conceptos geométricos como las formas planas, los cuerpos y sus relaciones en el espacio. Muchos de los materiales curriculares que hemos revisado utilizan colores como apoyo para diferenciar dichas figuras.

En otras actividades, como los llamados «bloques lógicos» se presentan ejemplos en diferentes colores y el alumno debe colorear determinadas figuras en función de instrucciones verbales referidas a sus características geométricas.

Para la enseñanza de los procedimientos de «agrupación en colecciones atendiendo a semejanzas y diferencias», se utiliza también el color, como criterio perceptivo de clasificación de diversos objetos y dibujos. Estas tareas constituyen un entrenamiento previo de capacidades cognitivas tan relevantes para los posteriores aprendizajes escolares como las capacidades de comparación mediante criterios, clasificación o jerarquización conceptual. **(14)**

En otras actividades para trabajar la orientación espacial es muy habitual que los maestros hacen referencia a los colores para identificar objetos sobre una lámina, en función de relaciones «arriba- abajo», «sobre», «dentro-fuera» etc.

Igualmente muchos maestros utilizan colores como códigos en actividades para afianzar la lateralidad o la orientación en el entorno inmediato del aula (identificando, por ejemplo, las mesas de trabajo mediante colores).

Algo semejante ocurre con algunos recursos para trabajar la orientación temporal. Así, por ejemplo, es muy positivo desde el punto de vista conceptual, procedimental y actitudinal, que los alumnos aprendan a identificar y a distribuir sus tareas en periodos de tiempo prefijados.

En la programación semanal, que los alumnos deben interpretar en un tablón antes de empezar la tarea, es usual distribuir los rincones mediante colores, al igual que los meses y días de otros calendarios confeccionados al efecto.

En relación a las actividades de pre-lectura, la señalización mediante colores es frecuente en tareas de segmentación lingüística, así como para facilitar la identificación de las formas específicas de cada letra en láminas donde el color sirve para destacar una letra entre otras parecidas.

La importancia de este tipo de actividades de pre-lectura se ha visto por otra parte refrendada por diversos estudios que demuestran que estas dos competencias metalingüísticas son, junto con otras tareas visuales y por encima incluso de las propias de los tests de inteligencia, las que mejor discriminan a niños con problemas específicos de aprendizaje de la lectoescritura.

Finalmente, no debemos olvidar el papel implícito del color para trabajar diversos contenidos actitudinales y temas transversales. En los últimos años, uno de los temas que se ha potenciado más, sobre todo en centros urbanos, es la Educación Vial. Evidentemente, los contenidos que se priman en Educación Infantil son sobre todo actitudes y hábitos de respeto por las normas viales y la prevención de riesgos.

Estos aprendizajes suelen estar en gran parte vinculados a la interpretación de las señales luminosas de los semáforos y algunas verticales, cuyo código principal son precisamente los colores que los daltónicos confunden con mayor probabilidad.

Otras propuestas han justificado incluso el interés de incorporar el color como un tema transversal en las diferentes etapas educativas. **(14)**

Claramente se evidencia la importancia del color en el aprendizaje escolar que es la base del conocimiento para la persona y es notoria también que los padres y profesores no se dan cuenta de la alteración que presenta el niño lo

que retrasa el diagnóstico pudiendo este producir un sesgo en el aprendizaje como en sus calificaciones. (41)

DETECCIÓN DE TRASTORNOS VISUALES EN PEDIATRÍA.

Ya se ha estudiado la importancia del cribado de trastornos visuales en los niños y dentro de la información aceptada se encuentra que cumple un papel importante los antecedentes de enfermedades oculares o tratamientos previos, así como también los antecedentes familiares de patología oftalmológica en la infancia ya que la ambliopía recurre con frecuencia.

Son factores de riesgo oftalmológico la historia familiar de alteraciones oculares, las enfermedades metabólicas y genéticas, las malformaciones craneales, la craneoestenosis, la infección congénita-perinatal, la hidrocefalia, la prematuridad, la deficiencia mental y la parálisis cerebral. (17)

Además de la exploración deben incluirse preguntas acerca del comportamiento visual y sobre la sospecha familiar de alteraciones de la visión en los controles de salud.

También deben incluirse en los controles de salud preguntas a los padres sobre el comportamiento visual de sus hijos, como por ejemplo: « ¿Les parece que su hijo ve bien?», « ¿mantiene los objetos demasiado cerca de la cara cuando intenta enfocar?», « ¿tuerce los ojos?». Los padres no suelen equivocarse cuando sospechan anomalías visuales en sus hijos. (17)

2.5 SISTEMAS DE DETECCIÓN DE ANOMALÍAS EN LA VISIÓN DEL COLOR

A. TEST DE ISHIHARA

Los tests de percepción de los colores son usados para identificar posibles deficiencias adquiridas o hereditarias. Existen varios tests para detectar estas anomalías, como por ejemplo el test de Farnsworth, las cartas pseudocromáticas, el anomaloscopio, etc.

Los métodos más usados en estos tests son:

Reconocimiento de figuras y símbolos dentro de un patrón de puntos. Este método permite un rápido resultado.

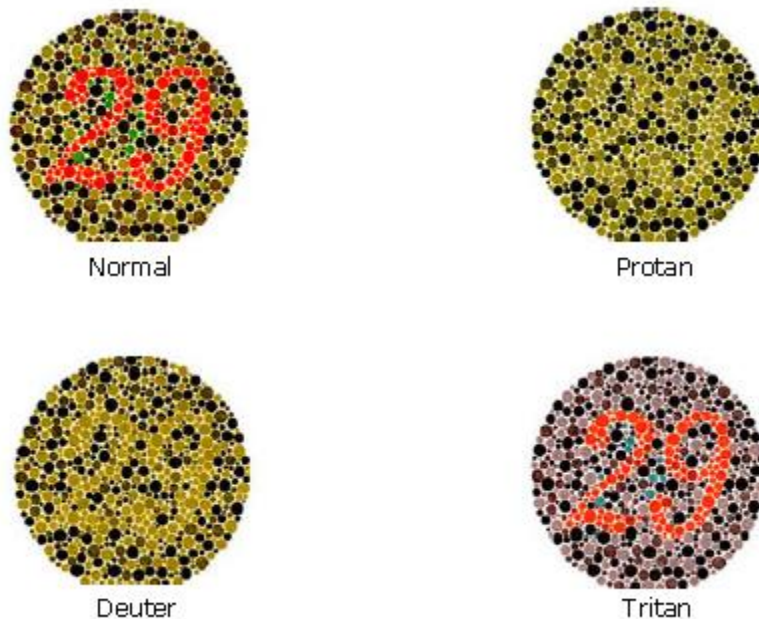
Ordenación de cápsulas de colores en el orden natural, desde el azul hasta el rojo pasando por diversos tonos intermedios. Esto permite determinar la deficiencia. **(16,2,1)**

O un juego de colores hecho por instrumentos especiales adaptados para determinar este problema.

Actualmente uno de los test más usados es el de Ishihara.

Existen dos variantes a la hora de realizar el mencionado test, esto depende de si las personas que lo realizan conocen o no los números. Para personas mayores se suele hacer con números incrustados en puntos de colores, mientras que para niños pequeños se sustituyen dichos números por caminos de color entre dos puntos determinados. En nuestro caso se ha utilizado la versión numérica.

El principio fundamental de éste reside en el reconocimiento de números o figuras geométricas hechas por pequeños puntos coloreados. A continuación se muestra un ejemplo que ilustra perfectamente el test numérico y las posibles deficiencias que se pueden dar. **(16,2,1)**



El doctor Shinobu Ishihara (1879-1963) realizó dos ediciones distintas de este test. Las dos ediciones se diferencian en el número de láminas utilizadas, en un caso se utilizan 24 láminas y en el otro 38. Se pueden distinguir cuatro tipos de láminas diferentes donde cada una de ellas cumple una función determinada:

- Láminas transformadas. En estas tarjetas los observadores con deficiencias dan diferente respuesta que los observadores normales.
- Constituyen las láminas 2 a 9 ambas inclusive en el test de 24.

- Láminas con número desaparecido. Sólo los observadores normales pueden reconocer un dígito al miraras. Constituyen las láminas 10 a 13 ambas inclusive en el test de 24.

- Láminas con dígito oculto. Sólo los observadores anómalos deberían ver el patrón. Constituyen las láminas 14 y 15 en el test de 24.
- Láminas cualitativas. Con estas tarjetas se pretende afinar en la clasificación de la deficiencia para ver si sólo es una anomalía o presenta la enfermedad. Constituyen las láminas 16 a 24 ambas inclusive.

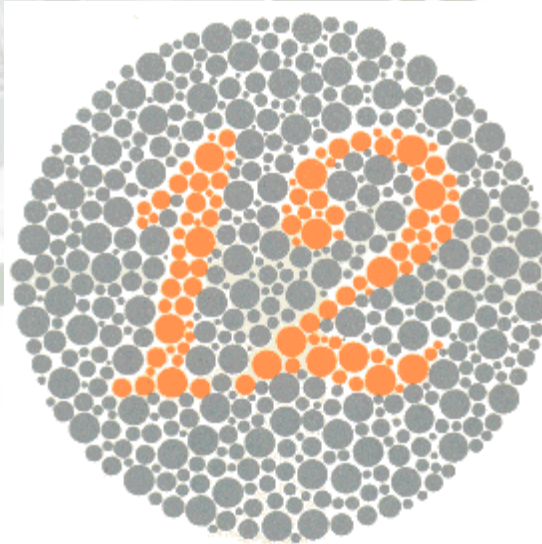
Vamos a presentar a continuación algunas imágenes de las dos posibilidades. Es necesario reseñar que en este experimento se ha adoptado por la opción numérica, puesto que los encuestados los conocen y por ser más rápida su ejecución. **(16,2,1)**

El test completo se encuentra en el Anexo 2.

LÁMINA 1

Diagnóstico visual:

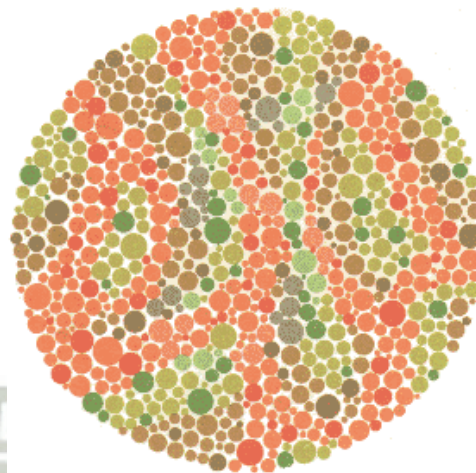
- Normal: Se observa un 12.



- Deficiente: Se observa un 12.

LÁMINA 14

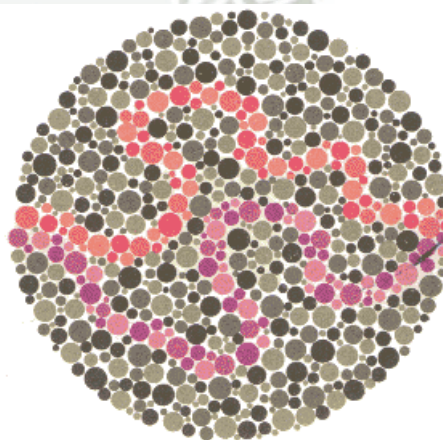
Diagnóstico visual:



- Normal: No se observa ningún número.
- Deficiente: Se observa un 5 con deficiencia para la percepción rojo-verde.

LÁMINA 18

Diagnóstico visual:

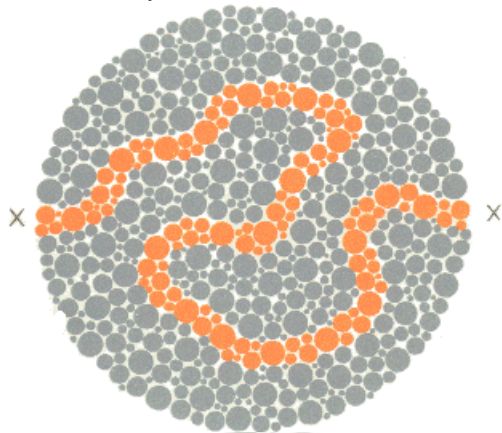


- Normal: Se observan los dos caminos.
- Deficiente:
 - Protanopía sólo se ve el camino morado.
 - Protanomalia ambos caminos pero el morado más fácilmente.
 - Deuteranomia sólo se ve el camino rojo.
 - Deuteranomalia ambos caminos pero el rojo más fácilmente

LÁMINA 24

Diagnóstico visual:

- Normal: pueden trazar una línea entre las dos X.



- Deficiente: pueden trazar una línea entre las dos X.

En el test que hemos realizado en nuestro experimento sólo se han utilizado láminas de los tres primeros grupos, esto es, láminas que incluían información numérica. Además se descartaron otras láminas puesto que realizaban una función repetida. Al final el test constó de 15 láminas que representaban completamente todos los aspectos que debían ser tratados. **(16,2,1)**

Las láminas escogidas se dividieron en 6 grupos para realizar una baremación y consiguiente evaluación de los tests realizados. Todas estas láminas pueden observarse en el test completo que se encuentra en el anexo correspondiente.

- Grupo 1. Formado exclusivamente por la lámina 1.
- Grupo 2. Formado por las láminas 2 y 3.
- Grupo 3. Formado por las láminas 4, 5, 6 y 7.
- Grupo 4. Formado por las láminas 8 y 9.
- Grupo 5. Formado por las láminas 10, 11, 12 y 13.
- Grupo 6. Formado por las láminas 14 y 15.

La versión original de la prueba con láminas de los mapas de colores (por Dr. Shinobu Ishihara) fue diseñada para ser realizada en un cuarto iluminado adecuadamente por luz diurna. La presencia de la luz del sol directa o de la luz artificial, pueden producir una cierta discrepancia en los resultados debido a la alteración en el aspecto de las sombras del color, por tanto hay que evitar los reflejos en la zona de visión. Esto, junto con otros aspectos, forma parte de las condiciones de realización del test.

A continuación, vamos a describir el procedimiento para la realización del test, algunas de las consideraciones siguientes:

1. Situarse de forma adecuada frente a la pantalla del ordenador.

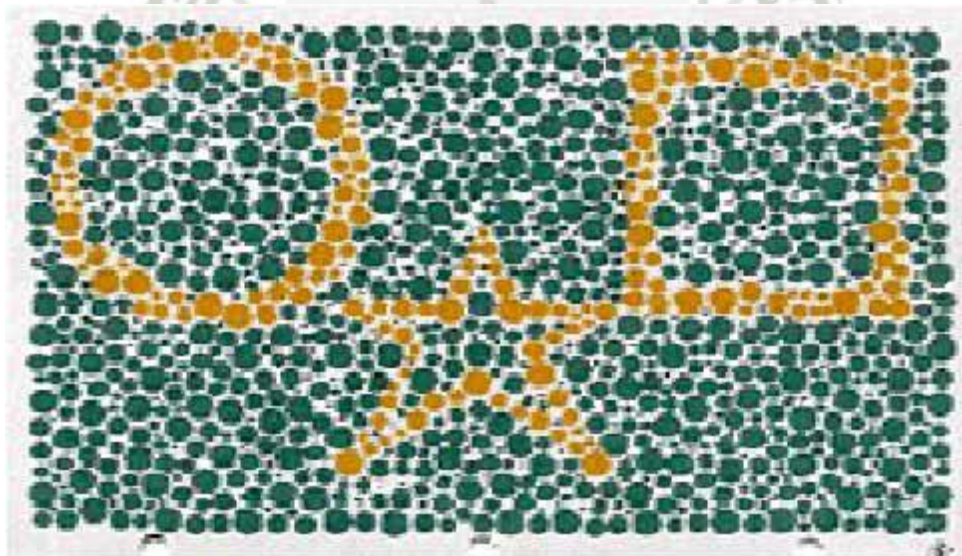
2. Colocar la pantalla a la distancia (aproximadamente 75 cm.) y ángulo (máximo de 30° sobre la normal) correctos para una buena visión y evitar que reflejos de luz incidan sobre ésta.
3. Observar la lámina que aparece y contestar al entrevistador. **(16,2,1)**

B. TEST DE HRR

Sirve para identificar defectos tritán, deután y protán, y calificar su severidad. Tiene 24 placas que contiene símbolos más fácilmente reconocibles para los niños que el Ishihara básico.

Emplean los colores neutrales que aumentan la saturación en las placas sucesivas de la prueba. Hay cuatro placas introductorias, seis para la investigación de la visión del color, y catorce para calificar la severidad de los defectos: tritán, deután y protán.

Las placas de Ishihara se utilizan para la investigación rojo-verde y las placas de HRR para estimar la severidad de la deficiencia del color y para la investigación tritan. (16)



C. TEST DE ORDENACIÓN

El observador debe ordenar un conjunto de piezas coloreadas, de manera que la pieza contigua a una dada sea la que tenga una apariencia de color más similar a la misma.

Las piezas suelen estar a distancia perceptual constante del blanco y también es constante la distancia entre dos piezas contiguas.
La cromaticidad de las piezas y la manera de valorar el resultado cambia con el tipo de test.

PERTENECE AL GRUPO DE LOS LLAMADOS COLORES PIGMENTARIOS, LAS LÁMINAS PRESENTARÁN LUMINOSIDAD Y SATURACIÓN CONSTANTES PERO VARIARÁN EN TONALIDAD(16, 3)

D. TEST DE FARNSWORTH (100-HUE).

Es un test de ordenación constituido por 85 cápsulas.



Cápsulas 85 (rojo ladrillo) a 21 (verde).

Cápsulas 22 (verde) a 42 (azul-verdoso)

Cápsulas 43 (azul-verdoso) a 64 (violeta)

Cápsulas 65 (violeta) a 84 (rojo ladrillo).

Forma de proceder:

El sujeto deberá ordenar las cápsulas de cada uno de los estuches

a) Se da la vuelta al estuche de forma que queden expuestos los números de las cápsulas y se anota la serie realizada por el sujeto.

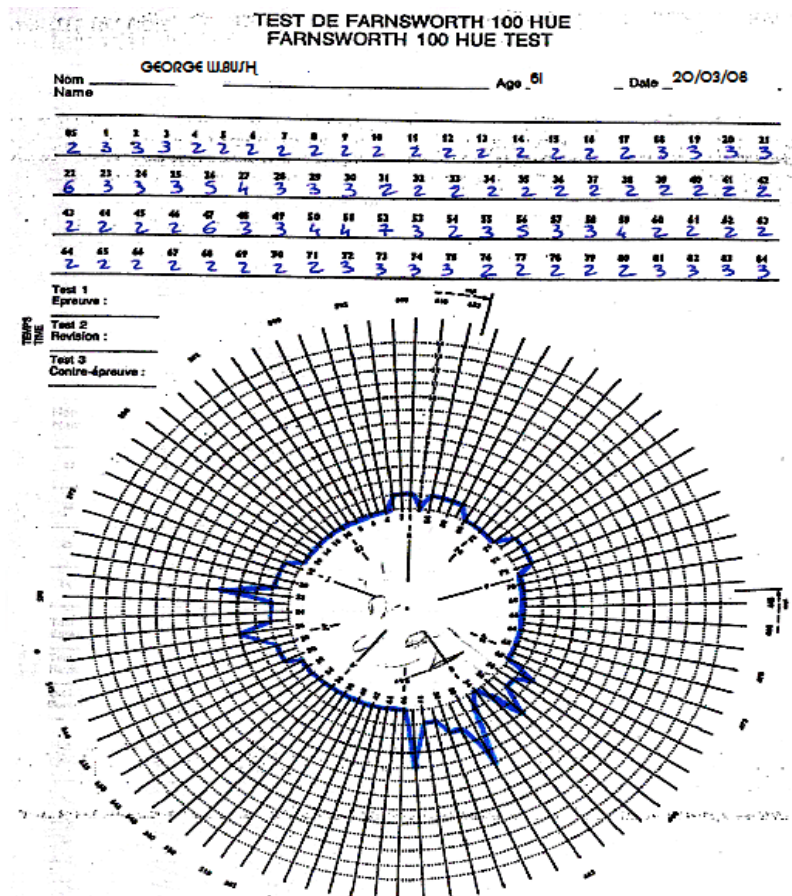
b) Se calcula la diferencia entre cada cápsula y sus colindantes, situando el resultado debajo de cada número.

TEST DE FARNSWORTH. SUJETO : GEORGE BUSH

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Serie 85-21 | 85 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| Test | 85 | 2 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 20 | 19 | 21 |
| Δ | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Serie 22-42 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| Test | 23 | 24 | 22 | 26 | 25 | 27 | 29 | 28 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| Δ | 6 | 3 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Serie 43-64 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |
| Test | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 52 | 50 | 48 | 49 | 51 | 53 | 54 | 55 | 57 | 58 | 56 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |
| Δ | 2 | 2 | 2 | 2 | 6 | 3 | 3 | 4 | 4 | 7 | 3 | 2 | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Serie 65-84 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | | |
| Test | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 74 | 73 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 83 | 82 | 84 | | |
| Δ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente rueda,

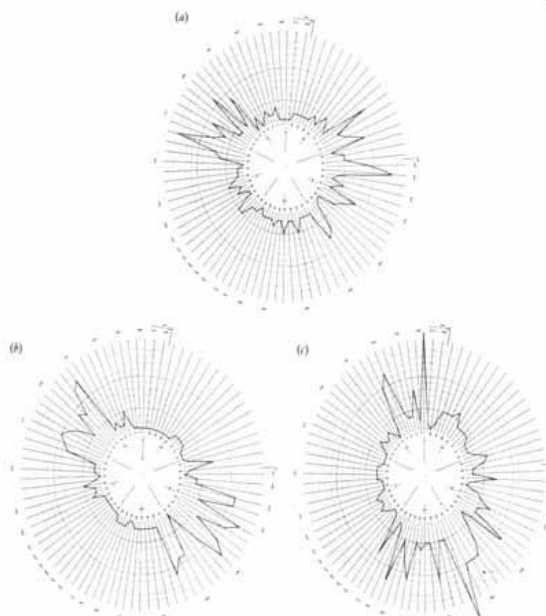




Esta rueda nos permitirá diagnosticar el tipo de deficiencia del observador supuestamente anómalo.

- A) PROTANOPE
- B) DEUTERANOPE
- C) TRITANOPE

Para un test de Farnsworth de 15 fichas la ordenación de los

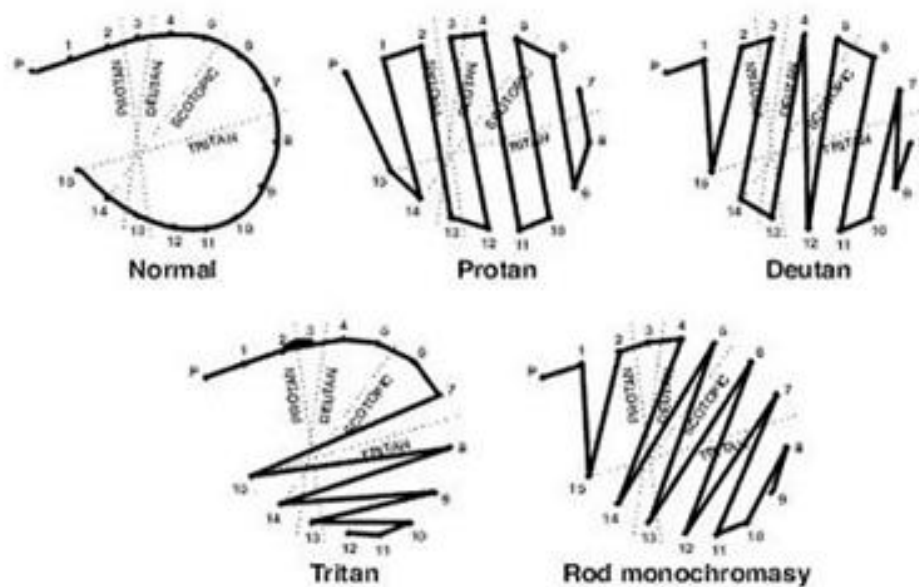


diferentes observadores anómalos será la siguiente:

TRICROMATA: LAS COLOCA DEL 1 AL 15.

DEUTERANOPE: 1,15,2,3,14,13,4,12,5,11,6,7,10,9,8

PROTANOPE: 15,1,14,2,13,12,3,4,11,10,5,9,6,8,7



E. TEST DEL DISCO DE COLOR DE ROTH 28

Estudia los problemas característicos de la discromatopsia similares al Farnworth D15, no obstante esta prueba de 28 tonalidades proporciona un mayor grado de la sensibilidad. El test se presenta con base transparente para ver los resultados de una forma más sencilla. **(16, 3)**



EN RESUMEN:

- A. Anomaloscópio de Nagel: Clasifica la visión cromática y diagnostica diferencias protán y deután, las cuantifica y diferencia entre dicrómatas y tricrómatas anómalos.
- B. Láminas de Ishihara: Test más preciso para identificar deficiencias tipo protán y deután.
- C. Láminas HRR: Utiliza una escala para clasificar las alteraciones protán, deután y tritán, como defectos medios o leves.

Test de Farnsworth: Permiten la detección de defectos moderados o severos tipo protán, deután y tritán. Los leves pasarían la prueba. **(16, 3, 12,13)**

2.3.ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1. INTERNACIONALES

Prevalencia de discromatopsia en los discentes de la Escuela Militar de Aviación, usando la prueba clínica Farnsworth-Munsell 100 Colores

Mayor M.C. Fabián de Jesús Cruz-Pérez Centro de Evaluación y Certificación Aeromédica, Hospital Central Militar, Ciudad de México

Febrero 27, 2015

RESUMEN

Antecedentes: la percepción anormal de colores se denomina discromatopsia. La prueba Farnsworth-Munsell 100 fue diseñada para evaluar la discriminación en el tono de los colores entre las personas con visión de color normal y para evaluar la discriminación cromática perdida en

los sujetos con defectos congénitos del color; también es útil en la evaluación y seguimiento de los defectos adquiridos del color.

Objetivo: Evaluar la agudeza visual 20/20 en ambos ojos y una adecuada discriminación de colores de los discentes de la Escuela Militar de Aviación.

Material y método: estudio observacional, transversal y descriptivo que incluyó la aplicación de la prueba Farnsworth-Munsell 100 Hue en 244 discentes de la Escuela Militar de Aviación en Zapopan, Jalisco. El tiempo para la aplicación tuvo como máximo 2 minutos por cada línea de tonos, la puntuación de errores se obtuvo mediante el software incluido en la prueba y se elaboró una gráfica polar que sirvió para conocer el color afectado. La prueba se repitió en los sujetos con algún grado de discromatopsia.

Resultados: se obtuvo una prevalencia de discromatopsia en los discentes en la primera aplicación de la prueba de 14.58%. Posteriormente se aplicó nuevamente la prueba a los 35 afectados y se integró con los 205 sanos, encontrando una prevalencia de discromatopsia de 2%.

Conclusiones: de los 35 discentes afectados, al ser reevaluados, únicamente cinco continuaron con esta afección. **(21)**

2. NACIONALES

PREVALENCIA DE DISCROMATOPSIAS DIAGNOSTICADA DURANTE EL EXAMEN PARA LA OBTENCIÓN DE LICENCIA DE CONDUCIR.

ANA GABRIELA ANGULO BAELLA Lima-Perú 2004

Resumen

OBJETIVO: determinar la prevalencia de discromatopsia en la población que es evaluada al solicitar su licencia de conducir en la ciudad de Lima, así como algunos factores clínicos asociados.

MATERIALES Y MÉTODOS: Estudio Descriptivo prospectivo entre los meses de Septiembre a Noviembre del 2002, entre postulantes a obtener la licencia de conducir en un centro autorizado, se utilizó una encuesta y una ficha de aptitud psicossomática, se utilizó el programa SPSS versión 11.0 para la tabulación y análisis de datos.

RESULTADOS: de 1768 personas evaluadas; 1358 eran varones (76.8%) y 410 mujeres (23.1%). Se detectaron 150 casos (8.48%), 141 varones (10.38) y 9 mujeres (2.20%), de ellos 96 casos no utilizaron cristales correctores (5.43%) y 50 casos con cristales correctores (3.05%). La prevalencia de discromatopsia entre el sexo masculino y femenino presenta una relación de 7:1, el factor clínico asociado más frecuente fue el antecedente familiar.

CONCLUSIONES: La prevalencia de discromatopsia en la ciudad de Lima es de 8.48 por 100 habitantes, similar a lo encontrado e trabajos similares en la región. **(20)**

3. LOCALES:

“FRECUENCIA DE DISCROMATOPSIA EN TRANSPORTISTAS DE CAYMA” AREQUIPA-2014.

AUTORES: Choque Díaz, Jimena Mishell, Colque Gutiérrez, Cynthia Claudia, Condori Condori, Lourdes Vanessa, Cornejo Hurtado, María Esther, Corrales Chire, Juan Manuel, Corrales Santos, Elizabeth Génesis.

RESUMEN

Introducción: La visión cromática es de vital importancia hoy en día, dado el lenguaje de símbolos y colores en el que se apoya nuestra comunicación, junto a este valor social las organizaciones científicas le vienen concediendo últimamente gran atención.

Objetivos Determinar la frecuencia de discromatopsia en conductores del transporte público de Cayma.

Métodos. Se realizó un estudio transversal en conductores de 4 líneas de transporte público del distrito de Cayma para encontrar discromatopsia en algunos de ellos, para ello se aplicó un test muy conocido (test de Yshihara)

Resultados. En el estudio se encontró que de las 100 personas que realizaron el test un total de 17 personas dieron positiva al test de Ishihara

Conclusión. De las 100 personas que realizaron el test 17 dieron positiva a este.(19)

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Determinar la frecuencia y la severidad de discromatopsias en los pacientes del servicio de pediatría del hospital III YANAHUARA-AREQUIPA-2017.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la frecuencia de discromatopsia severa en los pacientes del servicio de pediatría del hospital III- Yanahuara.
- Determinar el sexo prevalente de las discromatopsias en los pacientes del servicio de pediatría del hospital III- Yanahuara.
- Determinar cuál es la alteración cromática más frecuente en los pacientes del servicio de pediatría del hospital III- Yanahuara.
- Comprobar si una muestra de ejercicios clasificados como dificultosos para pacientes con discromatopsias son efectivamente difíciles de resolver por ellos.
- Determinar el nivel de conocimiento de los docentes de Arequipa de los primeros niveles de educación (inicial y 1ro de primaria) sobre la discromatopsia y su posible influencia en el aprendizaje.
- Determinar el porcentaje de páginas con uso de colores de gran intensidad en especial el binomio **rojo-verde** en el material didáctico (libros) de primeros años de educación (inicial y 1ro de primaria) de las principales editoriales.

- Contactar a las principales editoriales para hacer conocer los resultados obtenidos y que tomen en cuenta el estudio para la elaboración de sus textos.

4. HIPOTESIS

Dado que se trata de un trabajo descriptivo, esta investigación no precisa de hipótesis.



5. METODOLOGIA

5.1. MATERIAL

5.1.1. AMBITO:

El estudio se realizara en la ciudad de Arequipa, en las instalaciones del hospital III Yanahuara-Essalud-Arequipa, en el servicio de pediatría.

Arequipa se encuentra en una altitud de 2398 metros y una latitud de 16 23' 56" s.

5.1.2. UNIDAD DE ESTUDIO:

El proyecto se realizara con los usuarios del servicio de pediatría del hospital III Yanahuara-Essalud.

5.2. UNIVERSO Y MUESTRA

El universo estará conformado por el público usuario del servicio de consulta externa de pediatría del hospital III Yanahuara –Essalud que cuyos padres deseen que su menor participe en el estudio.

La muestra se obtuvo de la siguiente formula básica:

$$N=f (1-\infty) P (1-P)/\Delta^2$$

$$^1N=f (1-\infty) P (1-P)/\Delta^2$$

Dónde: Δ = amplitud del intervalo de confianza.

P = proporción hipotetizada de la población en estudio.

$f (1-\infty)$ =valores de distribución normal.

Nivel de confianza 90%=2.706

Nivel de confianza 95%=3.842

Nivel de confianza 99%=6.635

La población asegurado en el hospital III Yanahuara es de 200 000 asegurados de los cuales menores de 18 años son el 40 % es decir 80 000 pacientes de los cuales se atiende en el servicio de consultorio externo aproximadamente 800 niños a la semana y 3200 al mes aproximadamente. Se asumirá un nivel de confianza de 95 % y de precisión de 1%, los valores que se manejan a nivel mundial de prevalencia de discromatopsias es de 8% y se trabara con una amplitud del intervalo de confianza de un 5%.**(9)**

¹ EPIDEMIOLOGIA CLINICA, ALVARO RUIZ MORALES EDITORIAL PANAMERICANA.

$$N=3.842 \times 0.08 \times (1-0.08)/0.0025$$

$$N= 114 \text{ pacientes. (9)}$$

Criterios de inclusión:

- Niños del servicio de pediatría del hospital III Yanahuara- EsSalud.
- Niños mayores de 6 años y menores de 18 años.

Criterios de exclusión:

- Niños cuyos padres no desean que su menor colabore con la investigación.
- Niños que no sepan contar números.
- Niños que no concluya el estudio.

5.3. METODOS

5.3.1. Diseño:

Se realizara un estudio prospectivo, transversal y descriptivo en el Público usuario del servicio de consulta externa de pediatría del hospital III Yanahuara- EsSalud de la ciudad de Arequipa. **(9)**

5.3.2. Técnica e Instrumento:

- Observación directa simple.
- Test de Ishihara (anexo 4)
- Ficha de recolección de datos la cual consta de datos de filiación y resultado del test de Ishihara y de la evaluación de severidad. (anexo1).
- Encuesta el cual consta de datos de filiación, centro educativo donde labora, nivel (inicial o primaria) y preguntas referidas al nivel de conocimiento sobre el tema. (anexo 2).
- Cuestionario con ejercicios con probable dificultad para la resolución en pacientes discromatas y cartilla de calificación. (anexo 3).

5.3.3. Procedimientos:

- ∞ Se procederá a elaborar la ficha de recolección de datos, encuesta y cuestionario.
- ∞ Se realizara la toma de datos en el servicio de pediatría (consultorio externo, emergencia e hospitalización) del hospital III Yanahuara, a través del llenado de la ficha de recolección de datos y de

la aplicación del test de Ishihara, en el caso de la encuesta de los docentes se recurrirá a los colegios para la toma de datos.

- ⌘ El test de Ishihara se pasara en condiciones de iluminación higiénicas. El sol en ningún caso iluminará directamente el test, ni deslumbraba al paciente.
- ⌘ Se pasará los test entre las 10 y las 17 horas, período en el que el rendimiento fisiológico no está sometido a oscilaciones.²**(37)**
- ⌘ La distancia del paciente al test será de 75cm, formando ángulo recto el plano del papel con la línea visual del paciente.**(16,2)**
- ⌘ Los pacientes a quienes se les encuentre alteración en la visión cromática por medio del test de Ishihara se les hará un screening con colores básicos para determinar la severidad del cuadro.
- ⌘ Todos los pacientes que se les encuentre una alteración en el test de ishihara se les realizara un cuestionario que contiene ejercicios clasificados como de difícil realización para pacientes

² Bünning E. Cellular and central control. En: The physiological clock: endogenous diurnal rhythms and biological chronometry. Berlín.

discromatas con posterior análisis de esos datos.

(40)

- ⌘ El paciente Utilizará su corrección refractiva en caso de requerirla.
- ⌘ Con estos datos, se obtendrán los resultados para la posterior elaboración de tablas, gráficos y conclusiones.
- ⌘ Con datos tabulados, graficos y conclusiones se procederá a ponerse en contacto con las principales editoriales con el fin de que mejoren su material didáctico para que sea adecuado para niños con discromatopsias.
- ⌘ Se les hará saber el objetivo del estudio a los padres y se respetara la decisión de que sus menores hijos participen o no en el trabajo, además se respetara la privacidad y confidencialidad de los datos obtenidos.

5.3.4. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico.

Los datos que provienen de la ficha de recolección de datos (instrumento), serán vaciados de forma manual en hojas de cálculo del programa Microsoft Excel 2010.

El recuento de los datos se realizara a través de dicho programa; se empleara la estadística descriptiva con distribución de frecuencias, así como medidas de tendencia central y de ser necesario se podrá emplear la estadística analítica.

Los resultados serán expresados mediante tablas y gráficos con sus interpretaciones respectivas.

5.4. ORGANIZACIÓN

5.4.1. RECURSOS

Humanos: Autor y Asesor.

Materiales: Hojas y material de escritorio, material bibliográfico, computadora y software estadístico.

Financieros: Autor.

5.4.2. CRONOGRAMA DE TRABAJO

| ACTIVIDAD | ENERO | FEBRERO | MARZO |
|------------------------------------|-------|---------|-------|
| ARQUEO BIBLIOGRÁFICO | 20 | | |
| ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO | 20 | | |
| ELABORACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS | 20 | | |
| RECOLECCIÓN DE DATOS | | 1 28 | |
| REDACCIÓN DEL BORRADOS | | | 5 |
| REVISIÓN Y CORRECCIÓN DEL BORRADOR | | | 6 10 |
| PRESENTACIÓN DEL INFORME | | | 10 15 |

6. BIBLIOGRAFIA

1. Enrique Hita. .El mundo del color. Desde lo perceptivo y artístico a lo científico. 1ra edición. Capítulo 5. 2001
2. SHINOBU ISHIHARA. Test de Ishihara. Handaya, Tokyo, Hongo Harukicho, 1917
3. Vaughan D Asbury T. Oftalmología General. Editorial MC Graw Hill.18.va edición Pág. 44-45,219.2012
4. Carol Mattson Porth. Fisiopatología, salud-enfermedad: un enfoque conceptual. Editorial Panamericana.7ma edición. Capítulo 54. Pág. 1311-1315.2009.
5. ARTHUR C GUYTON, JHON E. HALL Tratado De Fisiología médica. Editorial Elsevier. 11 edición. Pág. 626-650. Capítulo 50-51.2006.
6. Moisés Valenzuela Gutiérrez. **Anomalías en la visión del color**. Íttakus, sociedad para la información.1ra edición. Pág.1-29.2008
7. Luna, D., & Tudela, P. Percepción visual. Madrid: Trotta. La percepción del color. Cap. 2 (pp. 59 - 103).2006
8. Ramón S. Piezzi. Nuevo atlas de histología. Editorial el Ateneo. 1ra edición. Pág. 297-299.2006
9. Álvaro Ruiz Morales. Epidemiología clínica: Investigación clínica aplicada. editorial panamericana.1ra edición. Capítulo 9. pag.141-161.2005
10. Hugo Quiroz Mercado. Retina: diagnóstico y tratamiento. Editorial MC Graw Hill. 1ra edición. Pág.9-11,114-116.1996.
11. TRICIA GUILD. Combine el color. Editorial noriega. 1ra edición. Pág22.1994.
12. DONALD I. A. MACLEOD **.Red- Green blindness confined to one eye.** Department of Psychology, University of California, San Diego, La Jolla. CA 92093, U.S.A. and Psychological Laboratory, Downing Street, Cambridge CB3 3EB, England. 1975
13. JOEL POKORNY and VIVIANNE C. SMITH. **Eye disease and color defects.** Eye Research Laboratories,University of Chicago, 939 East 57th Street, Chicago, IL 60637, U.S.A
14. Pedro José Pardo Fernández. **Daltonismo y rendimiento escolar en educación infantil.** Revista de educación. Número 330.2003.

15. BELEN CARO MARROYO. Anomalías en la visión del color. Óptica fisiológica.2005-2006.
16. Demetrio Melcon Arbaizagoitia y Cristina Gallego-Casilda Martín. Estudio clínico de la percepción del color aplicando el test TC-COI. Gaceta óptica Número 362.2004
17. Juan José Delgado Domínguez. Detección de trastornos visuales. Madrid exlibris ediciones 2005.
18. Betancur-Sánchez. Discromatopsias y exposición a solventes orgánicos: una revisión sistémica.archivos de la sociedad española de oftalmoloia.2017;92(1):12-18.
19. **“Frecuencia de discromatopsia en transportistas de Cayma”** arequipa-2014. **AUTORES:** Choque Díaz, Jimena Mishell, Colque Gutiérrez, Cynthia Claudia, Condori Condori, Lourdes Vanessa, Cornejo Hurtado, María Esther, Corrales Chire, Juan Manuel, Corrales Santos, Elizabeth Génesis
20. **Prevalencia de discromatopsias diagnosticada durante el examen para la obtención de licencia de conducir.** ANA GABRIELA ANGULO BAECLA Lima-Perú 2004
21. **Prevalencia de discromatopsia en los discentes de la escuela militar de aviación, usando la prueba clínica farnsworth-munsell 100 colores.** Mayor M.C. Fabián de Jesús Cruz-Pérez Centro de Evaluación y Certificación Aeromédica, Hospital Central Militar, Ciudad de México.
22. Tannock R, Banaschewski T, Gold D 2006. **Color naming deficits and attentiondeficit/hyperactivity disorder: A retinal dopaminergic hypothesis.** Biomed Central,Behav Brain Funct v.2, 2006. 03 Sept. 2007 pubmed.
23. Djamgoz MBA, Hankins MW, Hirano J, Archer SN: **Neurobiology of retinal dopamine in relation to degenerative states of the tissue.** *Vision Research. Special Issue: Vision and Neurodegenerative Diseases*1997, **37**:3509-3529.

24. Crognale MA: **Development, maturation, and aging of chromatic visual pathways: VEP results.** *J Vis* 2002, **2**:438-450.
25. Teller DY, Brooks TE, Palmer J: **Infant color vision: moving tritan stimuli do not elicit directionally appropriate eye movements in 2- and 4-month-olds.** *Vision Res* 1997, **37**:899-911.
26. Hart WM: **Acquired dyschromatopsias.** *Surv Ophthalmol* 1987,**32**:10-31.
27. Witkovsky P: **Dopamine and retinal function.** *Doc Ophthalmol* 2004, **108**:17-40.
28. Melun JP, Morin LM, Muise JG, DesRosiers M: **Color vision abnormalities in Gilles de la Tourette Syndrome.** *J Neurological Sciences* 2001, **186**:107-110.
29. Buttner T, Kuhn W, Muller T, Patzold T, Heidbrink K, Przuntek H: **Distorted color discrimination in 'de novo' parkinsonian patients.** *Neurology* 1995, **45**:386-387.
30. Paulus W, Schwarz G, Werner A, Lange H, Bayer A, Hofschuster M, Muller N, Zrenner E: **Impairment of retinal increment thresholds in Huntington's disease.** *Ann Neuro* 1993, **34**:574-578.
31. Desai P, Roy M, Roy A, Brown S, Smelson D: **Impaired color vision in cocaine withdrawal patients.** *Arch Gen Psychiatry* 1997,**54**:696-699.
32. Roy A, Roy M, Berman J, Gonzalez B: **Blue cone electroretinogram amplitudes are related to dopamine function in cocaine-dependent patients.** *Psychiatry Research* 2003, **117**:191-195.
33. Masson G, Mestre D, Blin O: **Dopaminergic modulation of visual sensitivity in man.** *Fundam Clin Pharmacol* 1993, **7**:449-463.
34. Misener VL, Luca P, Azeke O, Crosbie J, Waldman I, Tannock R, Roberts W, Malone M, Schachar R, Ickowicz A, Kennedy JL, Barr CL: **Linkage of the dopamine receptor D1 gene to attention-deficit/ hyperactivity disorder.** *Mol Psychiatry* 2004, **9**:500-509.
35. Faraone SV, Doyle AE, Mick E, Biederman J: **Meta-analysis of the association between the 7-repeat allele of the dopamine D(4) receptor gene and attention deficit hyperactivity disorder.** *Am J Psychiatr* 2001, **158**:1052-1057.

36. Lindamer LA, Lohr JB, Harris MJ, Jeste DV: **Gender, estrogen, and schizophrenia.** *Psychopharm Bull* 1997, **33**:221-228.
37. Bünning E. Cellular and central control. En: The physiological clock: endogenous diurnal rhythms and biological chronometry. Berlín.
38. Iregren A, Andersson M, Nylén P: **Color vision and occupational chemical exposures: I. An overview of tests and effects.** *Neurotoxicology* 2002, **23**:719-733.
39. Till C, Rovet J, Koren G, Westall CA: **Assessment of Visual Functions Following Prenatal Exposure to Organic Solvents.** *Neurotoxicology* 2003, **24**:725-731
40. www.fotanostra.com/diseño-grafico/el-color/historia-del-color/teoria-del-color
41. Francesc Bofill Gracià. **El color en el material escolar**, Escola universitària d'òptica i optometria de Terrassa. Universitat Politècnica de Catalunya, any 2010 Tots els drets reservats. Terrassa, 7 de Junio de 2010



ANEXO 2

Ficha N°

fecha: /03/2017

**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS
FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE DISCROMATOPSIAS EN LOS PACIENTES
DEL SERVICIO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL III YANAHUARA-
AREQUIPA-2017**

DATOS PACIENTE:

NOMBRE:

H.CLINICA N°

EDAD:

SEXO:.....

RESULTADO TEST DE ISHIHARA:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| LAMINA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| LECTURA CORRECTA | | | | | | | | | | | | | | |
| LECTURA INCORRECTA | | | | | | | | | | | | | | |
| LAMINA | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | | |
| LECTURA CORRECTA | | | | | | | | | | | | | | |
| LECTURA INCORRECTA | | | | | | | | | | | | | | |

SEVERIDAD:

SI

NO

ANEXO 3

**ENCUESTA A PROFESORES SOBRE EL GRADO DE CONOCIMIENTO
SOBRE DISCROMATOPSIAS.**

NOMBRE:
COLEGIÓN:
NIVEL:

1.- ¿SABE USTED QUE ES DISCROMATOPSIA?

- SI
- NO

**2.- ¿CREE USTED QUE NO PODER DIFERENCIAR LOS COLORES PODRIA
TENER IMPLICANCIA EN EL APRENDIZAJE DE UN NIÑO?**

- SI
- NO
- PORQUE:

**3.- CUALES SON LAS EDITORIALES MAS IMPORTANTES EN AREQUIPA.
(MENCIONE 3)**

- 1)
- 2)
- 3)

ANEXO 4

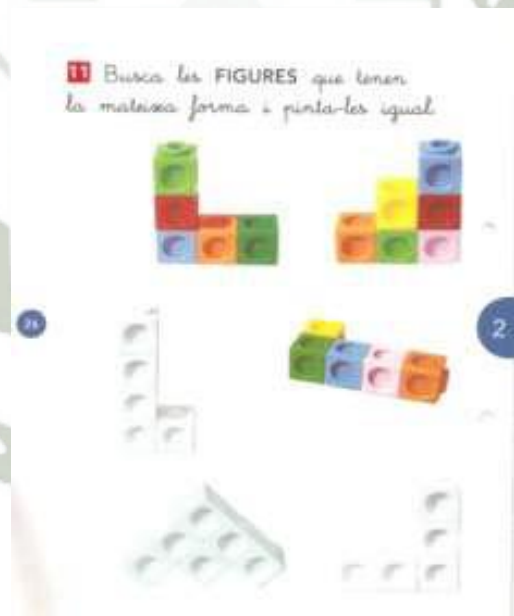
**CUESTIONARIO VALIDADO POR LA ESCOLA UNIVERSITÀRIA D'ÒPTICA I
OPTOMETRIA DE TERRASSA –ESPAÑA CON EJERCICIOS DE DIFICIL
RESOLUCION PARA PACIENTES DISCROMATAS.**

Las figuras 1-6 muestran los ejercicios seleccionados y el diagrama cromático de cada uno de ellos donde se muestran las coordenadas cromáticas de los colores analizados.

En los diagramas cromáticos aparecen también algunas líneas de confusión trazadas de forma aproximada, en rojo para el protanope y en verde para el deuteranope, así como el punto de confusión del protanope, representado con una marca en el lado derecho del diagrama ($x_p=0.747$, $y_p=0.253$).

El punto de confusión del deuteranope ($x_d=1.08$ e $y_d=-0.08$) no aparece porque, al estar muy alejado de los límites del diagrama cromático, comprometería la representación de las gráficas.

EJERCICIO 1



Ejercicio en el cual el niño debe reconocer cada figura y pintar los cubos del mismo color.

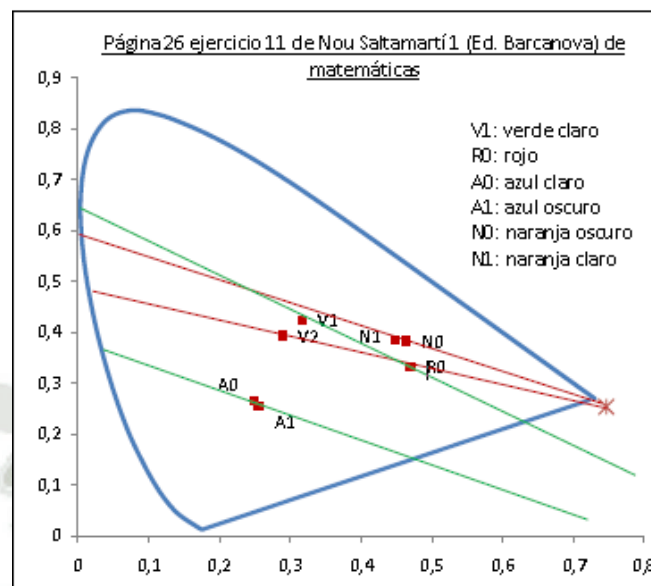


Diagrama cromático y líneas de confusión.

EJERCICIO 2

5 Sense comptar-les, ¿pots saber si hi ha més boles de color verd o de color vermell?

Escriu en cada cas >, < o =, segons correspongui.

Ejercicio en el cual el niño debe reconocer si hay más bolas verdes o rojas.

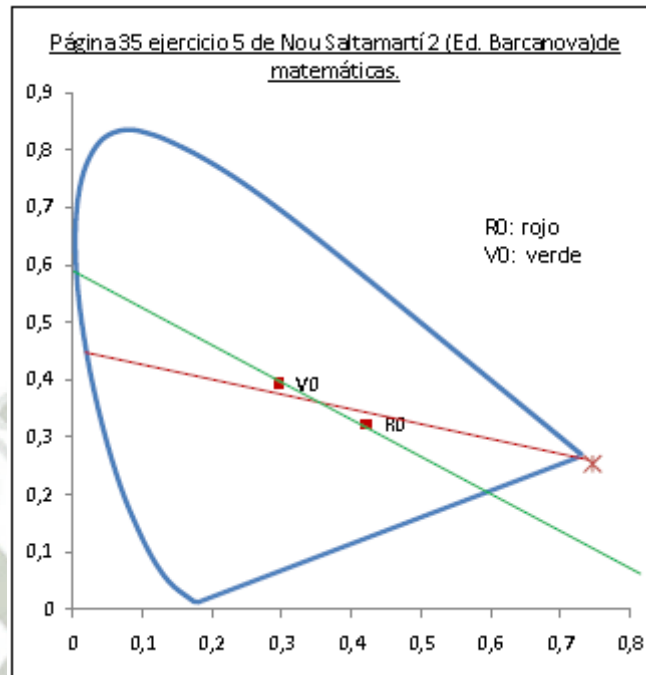
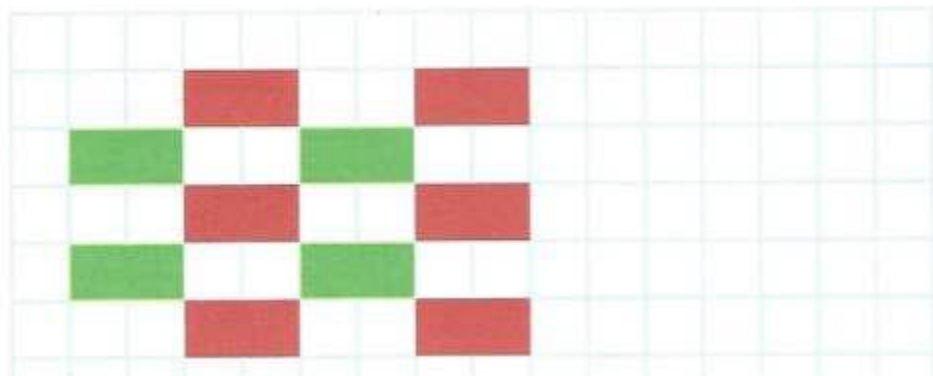


Diagrama cromático y líneas de confusión.

EJERCICIO 3

13

Fixa-t'hi bé i continua:



Ejercicio en el cual se propone seguir la serie.

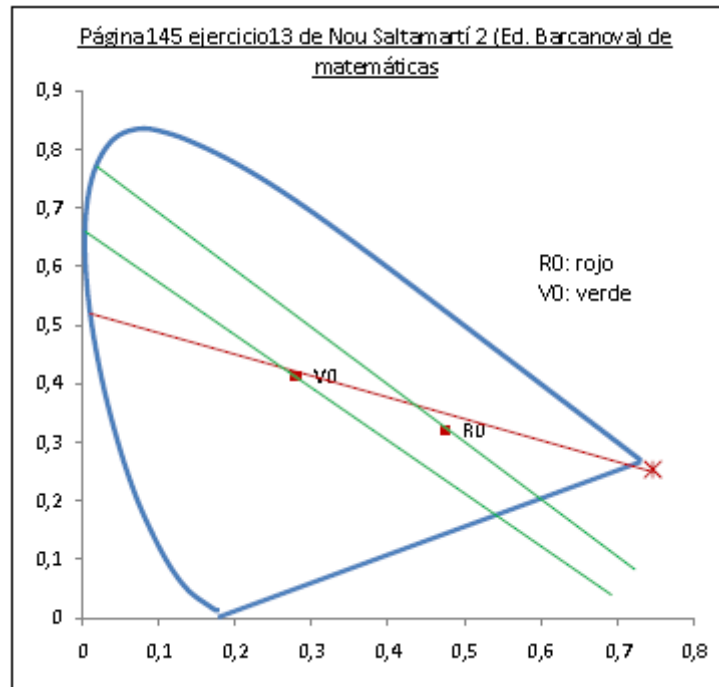
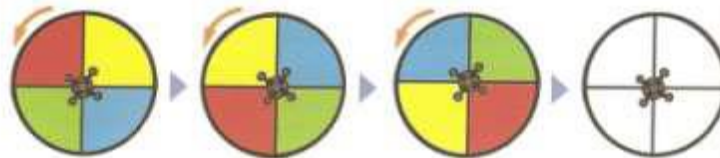


Diagrama cromático y líneas de confusión.

EJERCICIO 4

14 *Escriu cap a on gira la ruleta i pinta l'última.*



Ejercicio en el cual se propone pintar los cuatro colores de manera consecutiva, nótese que el verde y el rojo están contiguos.

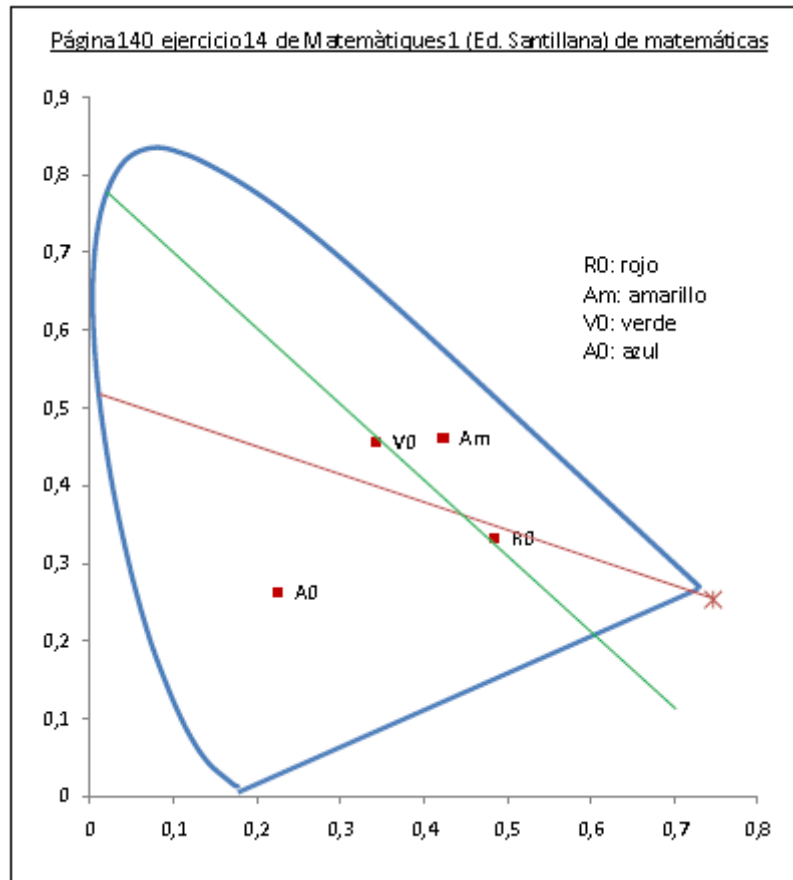
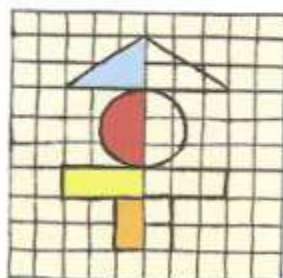


Diagrama cromático y líneas de confusión.

EJERCICIO 5

- 14 Pinta la part de la dreita igual que la part de l'esquerra.
Després acaba les frases.



- La figura vermella té forma de _____.
- La figura taronja té forma de _____.
- La figura groga té forma de _____.
- La figura blava té forma de _____.

Ejercicio en el cual debemos pintar cada figura de su color y definirla.

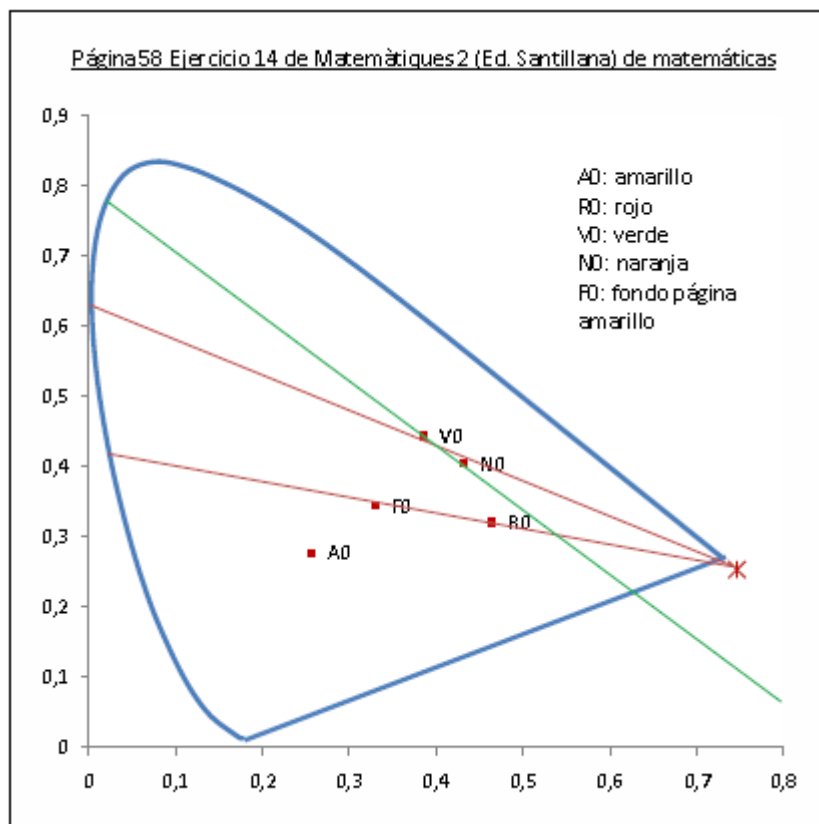


Diagrama cromático y líneas de confusión.

EJERCICIO 6

3 Fixa't en els nombres de les boles i calcula les operacions.

| | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ● + ● + ● | ● + ● + ● | ● + ● + ● |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| ○ <input type="text"/> | ○ <input type="text"/> | ○ <input type="text"/> |
| <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

Ejercicio en el cual se debe elegir cada bola del color correspondiente y realizar una operación matemática.

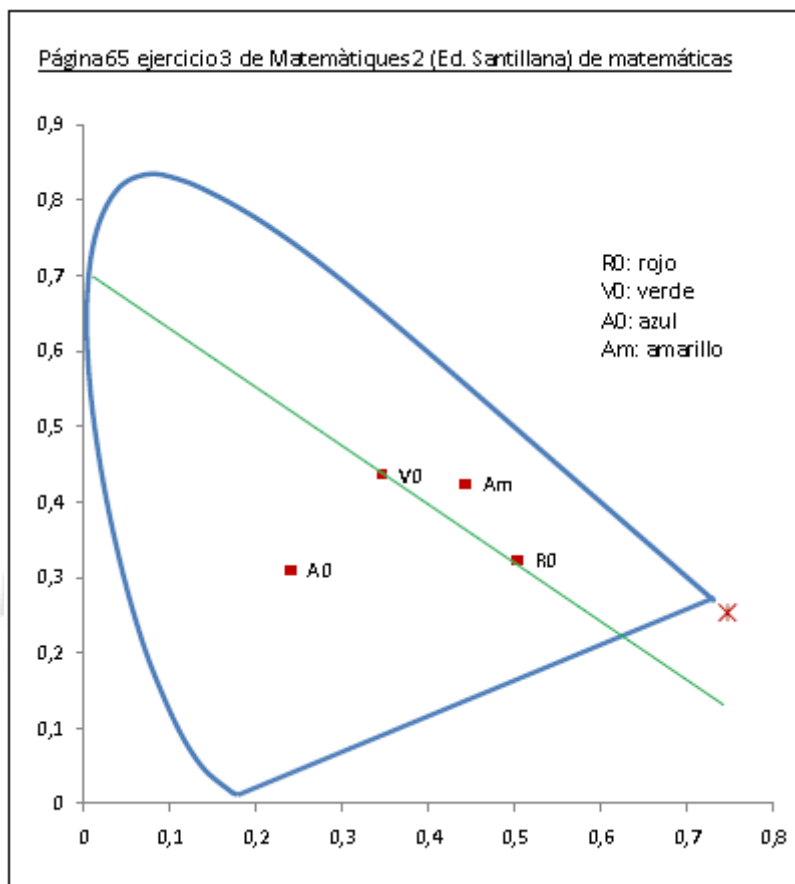
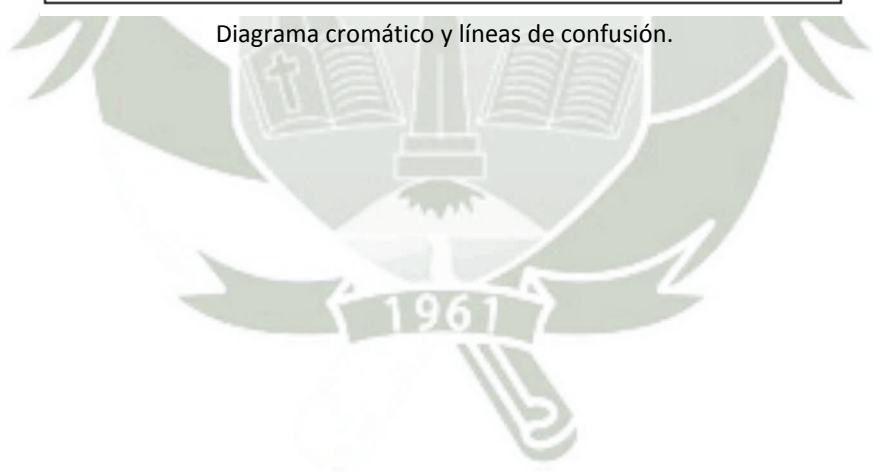


Diagrama cromático y líneas de confusión.

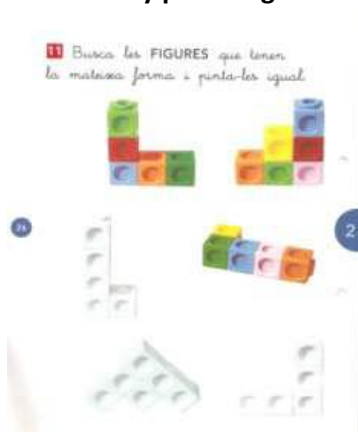


CUESTIONARIO

NOMBRE:

DISCROMATOPSIA:

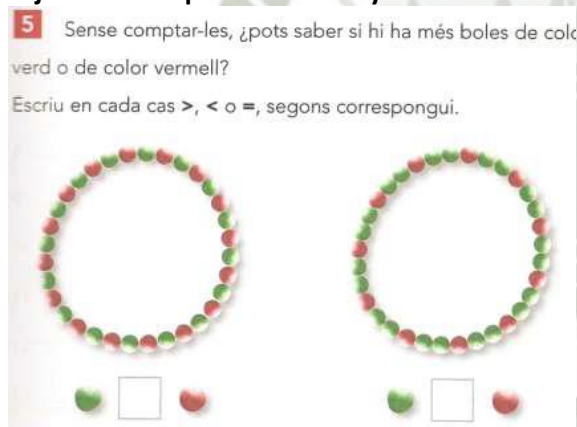
1.-Busque la figura que tiene la misma forma y píntela igual:



4.-Pinte la última rueda como continúa la serie:



2.-Cuenta el numero de bolitas verdes y rojas e indica que color es mayor:



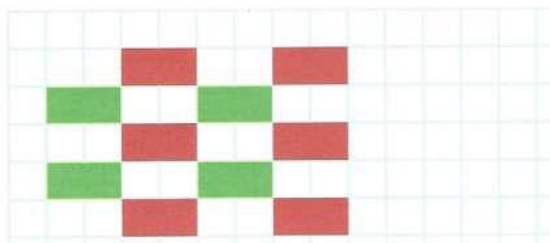
5.- Termine de colorear e indique la forma de la figura:



La figura azul tiene forma de:
La figura roja tiene forma de:
La figura amarilla tiene forma de:
La figura anaranjada tiene forma de:

3.-Pinte la serie que continua:

13 Fixa-t'hi bé i continua:



6.-Sume de acuerdo al color y el valor de las bolas que se indica:

3 Fixa't en els nombres de les boles i calcula les operacions.

ANEXO 6 COLORES BÁSICO QUE INDICARAN LA SEVERIDAD



