

## **AUTISMO Y VISIÓN DE COLOR:**

**Diseño experimental de un instrumento  
para detectar deficiencias de visión color  
en niños del espectro autista no verbal.**

*Edén Ignacia Jofré Romeo*





# DISEÑO EXPERIMENTAL DE UN INSTRUMENTO PARA DETECTAR DEFICIENCIAS DE VISIÓN CO- LOR EN NIÑOS DEL ESPECTRO AUTISTA NO VERBAL

Alumna: Edén Jofré R. Profesora guía: Lina Cárdenas B.

Memoria para optar a título profesional de diseño industrial  
Universidad de Chile / Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Septiembre 2016



## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a mi familia y todos los nuevos integrantes de ella que me acompañaron en este largo proceso lleno de momentos de frustración, descubrimientos y energías que me impulsaron durante año y medio para terminar esta tesis.

Mamá, papá, hermanos, Karen, Nelson, Cony y Emilia Lo logré.

José Araya del plotter. ¡GRACIAS!



## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>10</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>Objetivo general</b> .....	18
<b>Objetivos específicos:</b> .....	18
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1 Autismo</b> .....	22
2.1.1 ¿Qué es el Autismo? .....	22
2.1.2 Causas del Autismo.....	24
2.1.3 Prevalencia.....	25
2.1.4 Clasificación de los trastornos del espectro autista (TEA).28	
2.1.5 Diagnóstico .....	32
2.1.6 Desordenes de procesamiento sensorial.....	38
2.1.7 Percepción visual en el espectro autista.....	41
2.1.8 Nuevos hallazgos sobre la visión del color en el espectro autista. ....	44
2.1.9 Teoría de neurodesarrollo: Función ejecutiva.....	49
2.1.10 El juego en niños autistas .....	56
<b>2.2 Color</b> .....	59
2.2.1 Fisiología de visión del color.....	59
2.2.2 Mecanismos de la visión de color .....	61
2.2.3 Teoría de los procesos oponentes.....	62
2.2.4 Anomalías visuales del color .....	65
2.2.5 Test de escaneo de anomalías del color. ....	68
2.2.6 Caracterización de los colores de confusión .....	72
<b>2.3 Referentes</b> .....	78

<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>87</b>
3.1 Pregunta de investigación.....	87
3.2 Operacionalización de variables .....	88
3.3 Selección de muestra control y experimental.....	90
3.4 Perfil de un niño autista no verbal entre 5 y 9 años. ....	93
3.5 Contexto de niños no verbales de escuelas especiales alta de la comuna de Maipú y Hans Asperger de la comuna de la florida. ....	95
3.7 Planificación .....	98
<b>3.12 Antecedentes experimentales de color y autismo .....</b>	<b>100</b>
3.12.1 Prueba Neutro.....	100
3.12.2 Test Neitz .....	102
3.12.3 Identificación y selección de colores de confusión.....	103
3.1.4 Conclusiones.....	108
<b>IV. INTERVENCIÓN DE DISEÑO .....</b>	<b>109</b>
4.1 Decisiones de diseño .....	112
4.2 Series experimentales.....	115
4.3 Resultados .....	121
4.4 Conclusiones .....	125
4.5 Discusión .....	126
4.6 Sobre el aporte del diseño y proyecciones .....	128
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>129</b>





---

Capítulo I

# INTRODUCCIÓN



## RESUMEN

El propósito de la siguiente investigación es diseñar un instrumento para detectar deficiencias de visión color en niños del espectro autista. Este estudio de carácter experimental exploró los patrones de actividad de estos niños, su desarrollo neurocognitivo, la posible capacidad de respuesta sensorial frente al color y su contexto para determinar un nuevo formato de escaneo visual.

Veinte niños con autismo no verbal entre cinco y nueve años se evaluaron utilizando el Test Neitz y dos series de instrumentos experimentales. Se observaron contrastes significativos en el nivel general de desempeño, obteniendo mayores puntuaciones el instrumento experimental, con el cual se identificaron seis con posibles problemas de visión de color. Los niños que demostraron tener un problema de visión de color, no lograron completar el Test Neitz, lo que sugiere que el diseño de un instrumento para medir aspectos sensoriales en el espectro autista, favorecerá el desempeño de los niños, si en el proceso de diseño se consideran las características particulares de la población. Los resultados indican que parte de los participantes poseen problemas de visión de color, sin embargo no es posible determinar si la dificultad es del tipo discromatopsia leve o discriminación pobre del color. Se propone utilizar el instrumento para generar nuevas pruebas de visión.

**Palabras clave:** Visión de color, autismo, test.



## I. INTRODUCCIÓN

Alrededor del 80% de la información que recibimos del entorno es percibida a través del ojo, este posee la capacidad de percibir el entorno en colores, por medio de 3 tipos de células sensibles a la luz, por lo cual la visión humana es denominada como tricromática. (Artigas J., et 1995)

El color representa un factor fundamental en las primeras etapas de la percepción y comprensión del entorno de los niños, ya que este es utilizado como medio facilitador del aprendizaje y guía para el reconocimiento de diferentes aspectos de la vida diaria (Pitchford y Mullen, 2002). Si este posee alguna disfunción es posible que afecte la percepción, la cognición y comportamiento de muchas maneras, generando brechas entre sus pares, retrasos en el aprendizaje, problemas de procesamiento local-global, rendimiento en los deportes e incluso en el estado de ánimo. (Pitchford y Mullen, 2002)

La población autista alcanza una cifra cercana a 1 de cada 68 personas a nivel mundial (Centers for Disease Control and Prevention, 2016) y cerca de 2.156 los niños aproximadamente en Chile (MINSAL de 2011) y es clasificado como trastorno por la DSM-IV-TR, (2000), *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*, donde se distinguen 5 tipos, siendo el más reconocible el autismo clásico o típico. (Carvajal C., et al, 2002).

Es sabido que el 86% de los niños autistas suelen presentar ciertas dificultades como estrabismo, miopía, visión focal, dificultades para realizar acomodación visual a diferentes distancias, problemas para distinguir imágenes en tres dimensiones, débil integración visuo - motora, problemas visuo - espaciales y fotosensibilidad (OTEA, 2014), las cuales repercuten en el niño a través de respuestas desadaptativas, como

conductas repetitivas, estereotipadas, problemas de lenguaje, comunicación y relaciones sociales. (OTEA, 2014)

Estas respuestas, han tratado de ser explicadas a través de diferentes teorías, como la teoría de trastorno de procesamiento sensorial, (Ayres J., 1970) y la teoría de las disfunciones ejecutivas (Fuster J., 1999). Estas convergen en que el autismo es un trastorno del neurodesarrollo que afectaría el registro y modulación de los estímulos percibidos a través de los sentidos (*input*) y la integración e interpretación de estos (*output*), que tienen lugar en la corteza prefrontal del cerebro, donde se desencadenan un conjunto de procesos encargados de la generación, monitorización y control de la acción / pensamiento, llamados funciones ejecutivas. (Franklin A., et al., 2008)

En años recientes los estudios en la percepción del color en personas con TEA ha ido aumentando, la razón estaría dada por la gran cantidad de evidencia arrojada en estudios de casos, donde se ha evidenciado que además de presentar diferentes discapacidades visuales, podrían presentar otras asociadas al color, producto de conductas aversivas u obsesivas observadas en ellos. (Franklin A., 2016)

Los diferentes estudios de este tipo han relacionado el autismo y el color en diferentes escenarios, buscando encontrar evidencia sobre cómo ven los colores. (Franklin A., 2016)

Por un lado, Paron-Wildes A. (2005), sugiere que podrían percibir los colores con una baja cromaticidad, que los ven mucho más vibrantes o incluso que los percibirían solo en gamas de grises, dependiendo de cada niño, pudiéndose desencadenar asociaciones fóbicas u obsesivas hacia ciertos colores, donde no comerían ciertos alimentos, ni ingresarían a habitaciones entre otras solo por su color.

Otros postulan que la dificultad en percibir colores se debe a un posible procesamiento tardío de estímulos de color verdes, amarillo y azul, advirtiéndole que el factor de tiempo, podría estar condicionando sus respuestas. (Franklin A., et al., 2008)

Matthew B., et al (2008) investigaron cómo las habilidades intelectuales generales se relacionan con el rendimiento en el FM100, en comparación con el test en versión digital del CCDT, en diferentes muestras de niños y adultos con y sin autismo. A partir de los resultados, donde la población autista obtuvo un bajo desempeño en la prueba FM100, se cuestiona los resultados fundamentando que este test requiere habilidades atencionales y visuoespaciales además de la habilidad de discriminación cromática, pues se necesita cambiar la atención entre el campo local y global, supervisando todo el gradiente de color para comparar las fichas elegidas y las no elegidas. Las demandas de la tarea pueden ser influenciadas por distintos factores en los individuos con TEA, quienes procesan la información visual de manera local en vez de global y poseen dificultad cambiando entre estos (Matthew B., et al 2008).

A partir de los resultados el autor sugiere diseñar pruebas de bajo funcionamiento para individuos con autismo, que aseguren ser tareas experimentales de una dificultad apropiada para estos. (Matthew B., et al 2008), El mismo autor en 2016 modifica ligeramente el método de aplicación del test Neitz, donde la instrucción era delinear con el dedo la figura geométrica observada. Esta prueba si bien consiguió mejores resultados, en comparación cuando se aplicaba de la forma tradicional, destaca que hay que tener en cuenta la forma en que el investigador está con el niño, asegurando la motivación y la correcta aplicación de la tarea, recomendando romper la sesión de pruebas en períodos cortos de tiempo también ayudará a evitar que el niño se fatigue (por ejemplo 15-20 minutos máximo).

Jofré E. et, al (2015) realizan una prueba identificar si el gris neutro utilizado por norma ASTM D1729, (2015), para evaluación crítica del color (L60 / L70) en neurotípicos, funciona de igual manera en la población autista. Para esto se evalúan 5 grises neutrales diferentes (L60, L65, L70, L75 y L80) a través de una prueba de igualación de color (diferentes parejas de azul). Los resultados sugieren que la discriminación de pequeñas diferencias de color azul estaría afectada los niños autistas, ya que necesitaron de un color más claro clasificar las fichas de manera correcta, en comparación de la población neurotípica.

A partir de estos hallazgos surge la necesidad de precisar si la discriminación pobre de color, esta dictada por este en particular o todos, y si existen posibles problemas de la visión de color en la población autista que hasta el momento no han sido corroboradas por los métodos clásicos de escaneo.

Considerando las dificultades propias de los defectos de visión de color en neurotípicos, es de esperar que estos afecten en mayor medida a los niños autistas, quienes ya poseen grandes dificultades en la percepción visual.

¿Sería entonces cuestionable el rol del profesional del diseño que utiliza el color como soporte comunicativo, sin poseer conocimientos sobre si su usuario, ve o no los colores? Esta pregunta motiva, ya que gran parte de los recursos que se utilizan en terapia y aprendizaje de niños autistas, presenta múltiples colores. Los cuales según la bibliografía revisada podrían generar conductas obsesivas o fóbicas, y por ende un retroceso en su desarrollo.

El valor del conocimiento sobre la visión del color de un usuario, se toma generalmente desde un aspecto comunicativo e incluso decorativo (López E., 2012), pero en poblaciones como los autistas, quienes poseen



una forma particular de percibir la realidad, se vuelve un aspecto esencial del diseño, y el diseñador se encontrará en la obligación de buscar nuevos métodos para interpretar lo que un usuario con escasos recursos comunicativos o no verbal, nos quiere decir.

Podemos ver que el aporte del diseño al mejoramiento de la calidad de vida del niño autista ha pasado por propuestas ligadas al avance de terapia sensorial, desarrollando espacios de estimulación sensorial (Alcántara R., 2016, Pérez M., 2012), mobiliario especializado y juguetes que promuevan la integración y sirvan de interfaz comunicacional (Rodríguez A., 2015, Cumm I. 2013, Autismo diario., 2012), pero como se expone anteriormente, no ha intervenido en el proceso previo a la integración, el diagnóstico, el cual permite establecer qué estrategia de intervención se debe aplicar al niño, en donde un cambio en su formato y presentación realizada a través del diseño permitiría establecer con mayor precisión las dificultades sensoriales, en este caso visión, del niño.

Como segundo paso, en la búsqueda experimental de la comprensión de la visión del color en autistas, se utiliza el test Neitz, como medio de escaneo bajo las sugerencias de Matthews B., (2016). Los resultados de la prueba mostraron que de los 20 niños evaluados solo 4 lograron completar el test. El bajo desempeño en este indicaría que aun cambiando su modo de administración (instrucción), sus características morfológicas o contextuales aparentemente no se ajustan a las demandas que exige el espectro para realizar este tipo de pruebas, dejando sin poder precisar si poseen algún tipo de problema de visión de color por este medio.

En función de lo anterior, se plantea la necesidad de generar nuevas pruebas de escaneo de visión de color, en donde se consideren las características del perfil neurocognitivo, sensorial, contextual del niño autista considerando como punto de inicio la evaluación de problemas de

visión de color, asociadas a las rectas de confusión rojo – verde, por ser estas las más comunes en los neurotípicos, con un 10% aproximado de la población mundial. (Gegenfurtner K., & Sharpe T., 1999)

### **Objetivo general.**

Desarrollar una propuesta experimental de un instrumento para detectar posibles problemas en la visión de color en niños autistas no verbales entre 5 y 9 años.

### **Objetivos específicos:**

1. **Definir** factores determinantes para la intervención de diseño en una prueba de escaneo de visión de color en función de características neurocognitivas y contextuales, de autistas clásicos no verbales entre 5 y 9 años.
2. **Caracterizar** los colores de confusión que permiten escanear la visión en pruebas del color de asociadas al rojo – verde en cuanto a tamaño de la muestra, acabado, saturación, tono e iluminación además de las condiciones necesarias del contexto de aplicación.
3. **Validar** la selección de colores de confusión rojo – verde por personas diagnosticadas con problemas de visión de color
4. **Evaluar** la propuesta de diseño en función del desempeño de los niños autistas no verbales entre 5 y 9 años.

Para desarrollar el objetivo general se considera como base la teoría de construcción de test perfil sensorial de la Doctora Ayres A., (1972), quien fue pionera en desarrollar test para evaluar aspectos sensoriales por medio de dinámicas de juego flexibles que se ajustaran a las necesidades especiales de los niños autistas y el contexto donde se desarrollan, procurando que cada test, cuente con un objetivo determinado y la evaluación de una de muchas características sensoriales a la vez, ya que consideraba que los test ese entonces producían un sesgo, donde

factores como la formato, donde y quien aplicaba el test determinaban el desempeño del niño en este.

Para definir los factores determinantes para la intervención de diseño, en una primera instancia, se construye el perfil del niño autista clásico. Considerando las posibilidades de acción y conductas típicas en asociadas a las funciones ejecutivas de planificación, flexibilidad, habilidades mentalistas e inhibición de la acción, además de los problemas sensoriales asociados a la vista que podrían presentar, rescatados de la bibliografía revisada.

A partir de lo anterior se decide utilizar como dinámica de aplicación: La identificación de objetivos a través del emparejamiento de estímulo visual coincidente (color), bajo un formato de fichas con forma poligonal extruida y bordes redondeados, de 50 mm cuadrado por 9 mm de alto, borde gris L80, y porción de color circular interior concéntrica de 3 cm de diámetro, simétrica por ambos lados, las cuales variarían en función de tres estímulos básicos (forma, número y color).

De las cuales se desprendieron dos series (una versión larga y una corta), las cuales después de ser aplicadas a la población autista, se compararon con los resultados obtenidos en el test Neitz, donde de los veinte niños evaluados en la serie dos, veinte obtuvieron un desempeño óptimo, identificando seis sujetos con problemas de visión de color.

Para caracterizar los colores de confusión que permiten escanear la visión del color en pruebas de escaneo asociadas al rojo – verde, se realizó un estudio bibliográfico de donde se desprendieron las condiciones en que dos o más colores pueden ser confundidos, respecto a la saturación, iluminación y tono, pero sin precisar los códigos numéricos de color que permitirían la reproducción de estos, para ser aplicados en otros formatos.

Para validar la selección de colores de confusión, estos fueron visualmente evaluados por cinco sujetos diagnosticados con defectos de visión de color. Adicionalmente, se llevó a cabo un testeo ciego en que participaron voluntariamente treinta sujetos. La visión normal de cada uno fue evaluada por tres test: El test de Neitz, el FM Munsell 100 hue test y la propuesta experimental.



---

Capítulo II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1 Autismo

### 2.1.1 ¿Qué es el Autismo?

El autismo es una discapacidad compleja del neurodesarrollo, que corresponde al resultado de un trastorno neurológico que repercute sobre la función normal del cerebro, principalmente en la percepción del entorno, afectando el desarrollo de la comunicación de la persona y sus habilidades de interacción social. (Bogdashina O., 2007)

*...“Una construcción diferente del cerebro que genera alteraciones sensoriomotrices (de diversos tipos e intensidad) y un modelo diferente del procesamiento global de la información. Estos dos aspectos generan alteraciones diversas en los procesos de comunicación y de interacción con el entorno. Afectan (en diverso grado) a los procesos de sociabilidad (impactados por el déficit en la comunicación), un desarrollo diferente de los procesos cognitivos (en diverso grado), y manifestaciones de conducta alejadas del patrón normal social (provocadas por las anteriores)”... (Comin. D., 2016)*

Los expertos creen que el autismo se presenta durante los tres primeros años de vida de una persona, afectando principalmente a la población masculina, en donde se presenta 5 veces más en hombres que en mujeres por tratarse de una mutación cromosómica transmitida por los hombres.(Comin. D., 2016)

Las personas con autismo tienen problemas a nivel sensorial, lo que repercute en el desarrollo de la comunicación no verbal, las relaciones

sociales, la comunicación y la reciprocidad emocional, dejando a quienes padecen autismo marginados o incomprendidos por la sociedad.(Bogdashina O., 2007)

Es una enfermedad que se define como espectro, por la complejidad de sus síntomas y variaciones que estos mismos pueden tener según cada paciente, lo que ha implicado históricamente que sea confundido con otras enfermedades mentales (Mandal A.,2014) , tal como lo describe Ananya Mandal, no fue hasta el año 1908, cuando se acuñó por primera vez el término de autismo por el psiquiatra Eugen Bleuler, quien lo describió como un tipo de esquizofrenia que se ensimismaba, utilizando la base griega de “autos”, para denominarla. Hacia los años 40, Hans Asperger y Leo Kanner, trabajaron en estudios con pacientes, donde pudieron identificar más claramente los síntomas pero, estos se les atribuyeron a problemas con la relación de los padres. No fue hasta la década de los 80, cuando El Ala de Lorna, junto con Christopher Gillberg en Suecia, identificaron que las causales de la enfermedad eran de características genéticas y cerebrales, que permitieron hacia la década del 90, que la enfermedad se definiera como un espectro, diferenciado de otras enfermedades como psicosis, esquizofrenia, o retraso mental.

### 2.1.2 Causas del Autismo.

El autismo es un espectro y afecta a las personas de diversas formas. Según un artículo publicado por la BBC, donde se entrevista a dos especialistas, Dra. Gina Gómez de la Cuesta y Tony Mónaco, muchas personas pueden llevar una vida relativamente normal, pero otras requieren apoyo en cada momento. Según Gómez G. (2010), “...Desde hace tiempo se conoce el vínculo genético de la enfermedad, pero hasta ahora sólo se habían podido confirmar ocho o nueve genes que juegan un papel fundamental en el desarrollo del autismo. Ahora, la nueva investigación llevada a cabo con 1.000 pacientes con autismo y 1.300 personas sin el trastorno, identificó fallas en muchas más regiones del ADN. Según los científicos, eventualmente se podrán identificar hasta 300 genes involucrados en el trastorno”. Algunos de los genes recientemente identificados juegan un papel fundamental en el desarrollo de las conexiones neuronales, otros están involucrados en el envío de señales entre las neuronas. (Gómez G., 2010)

El descubrimiento de los genes que puedan estar involucrados en el trastorno, podría explicar por qué el autismo se manifiesta de forma diferente en cada persona, también podría conducir potencialmente al desarrollo de pruebas genéticas para identificar la susceptibilidad al autismo en una etapa más temprana. (Gómez G., 2010)



### 2.1.3 Prevalencia.

En la actualidad se advierte un aumento considerable en la cantidad de personas diagnosticadas con trastorno de espectro autista (TEA). Esto estaría explicado por diversos motivos, entre los que destacan el aumento de los índices de natalidad, mal diagnóstico que produce confusión entre trastornos por similitud de síntomas, donde la etiqueta de autismo termina por englobar a una serie de otros trastornos del desarrollo como hiperactividad, déficit atencional, entre otros; destacando la importancia de adoptar conciencia en la forma en que se está estudiando y diagnosticando el autismo. (Wing y Potter, 2002)

Según la OMS (2016) 1 de cada 160 niños tiene un trastorno del espectro autista (TEA), mientras que la CDC (Centers for Disease Control and Prevention), maneja la cifra de 1 caso de autismo por cada 68 nacimientos a nivel mundial.

Otra estimación global establece que 3660 personas por cada 10.000 presentan un tipo de TGD. Siendo específico para el trastorno autista (1300 personas), trastorno de Asperger (260 personas), trastorno desintegrativo de la infancia (20 personas) y trastorno generalizado del desarrollo no especificado (2080 personas) como se muestran en la Figura 1, en el caso del síndrome de Rett, su incidencia es de 1 por cada 15.000 nacimientos de niñas vivas. (Carvajal C., et al, 2002).

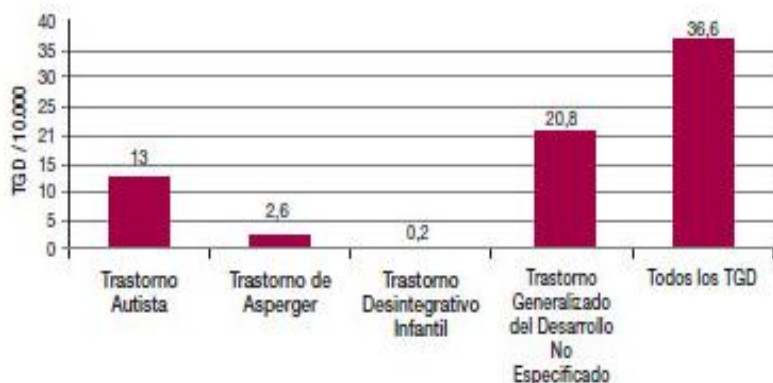


Figura 1: Prevalencia trastornos generalizados del desarrollo, Carvajal C., et al (2002)

No es de extrañar que las cifras asociadas al trastorno generalizado del desarrollo no especificado, sean mayores que el resto de los trastornos, ya que como se ha mencionado antes, el diagnóstico suele ser confuso y gran parte de las personas que no logran ser diagnosticada por los otros trastornos, son identificadas como no específicas (Chakrabarti S., et al 2005).

En Chile no existen datos estadísticos específicos asociados al autismo, a pesar de esto la Guía Minsal 2011, extrapolarlo la prevalencia mundial, calculó la presencia de 2.156 niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA)

El autismo es una condición que afecta con una mayor frecuencia a hombre que a una mujer, donde por 5 autistas, 4 son hombre y 1 mujer, (Volkmar y cols., 2004) posee una comorbilidad asociada entre las que se encuentran: Epilepsia 33%, problemas gastrointestinales 9%, Trastornos del sueño 40 %, Dispraxias motoras 6 % (Baranek, G., et al, 2006).

Por otro lado se identifican deficiencias en funciones ejecutivas 67%, trastornos de la Integración Sensorial 69%: tacto 80%, audición 87%, visuales 86%, olfato y gusto 30%, (Walker & Whelan, 1994),

Trastornos del habla 45%, con un 25% que no posee habla (Comin D., 2011), es por esto que se hace necesario implementar sistemas de comunicación alternativa como pictogramas, comunicadores digitales, agendas, lenguaje con signos, juegos y actividades que permitan conocer lo que el niño sienta o desea. Si bien es cierto el lenguaje oral, constituye la base de la comunicación para la mayoría de las personas, en el caso de los niños autistas con un habla ausente o deficiente, es necesario detenerse y comprender su manera particular de entender el mundo y adaptarse a él, ya que cada avance en la comunicación representará un avance tanto para el niño como su familia, (Comin D., 2011) donde un 10% tiene acceso a la intervención terapéutica que requiere esta condición, con psiquiatra-neurólogo, fonoaudiólogo, terapia ocupacional, psicopedagogía y el 90% restante no tiene acceso principalmente por el alto costo que involucra. Junto con esto existen otras razones la que estarían dadas por la escases de profesionales certificados para un diagnóstico asertivo, faltas de oportunidades debido a que se considera que los autistas de alto funcionamiento y de tipo Asperger son los únicos capaces de integrarse a un sistema de educación tradicional, trayendo consigo un gran número de problemas asociados al bullying y falta de red de apoyo; el gran número de adultos con autismo que nunca fue diagnosticado, hoy viven bajo el cuidado de sus padres o algún familiar, o están internados en un centro de salud mental. (Medina P., 2012).

Entre los expertos existe consenso en que cuanto antes se detecten, evalúen y diagnostiquen dificultades en distintas áreas del neurodesarrollo, las consecuencias que se deriven de ese proceso y de la consiguiente intervención temprana, van a aportar indudables beneficios tanto a los niños como a su entorno más cercano. (Fischer y Rose, 1994)

#### 2.1.4 Clasificación de los trastornos del espectro autista (TEA).

El trastorno espectro autista (TEA) se caracteriza por la presencia de un desarrollo anormal o deficiente de la interacción y comunicación social. Se denomina también discapacidad del neurodesarrollo ya que comienza antes de los tres años de edad, causando retrasos y problemas en el desarrollo sociocognitivo y percepción sensorial. (Bogdashina O., 2007)

Ricardo Canal R., (2009), aclara que el término TEA hace referencia a los Trastornos Generalizados del Desarrollo (TGD), donde es posible observar tres tipos de alteraciones fundamentales: ...“*Alteración cualitativa en la interacción social recíproca, discapacidad en la comunicación, patrones restringidos, repetitivos y estereotipados de comportamiento, intereses o actividades...* Los problemas en comunicación pueden ser también variados en cuanto a la gravedad. Algunos encuentran enormes dificultades para desarrollar lenguaje oral y no llegan a hablar. La gran mayoría muestra retraso en el desarrollo de la comunicación y del lenguaje. Luego, los que aprenden a hablar pueden presentar alteraciones como utilización estereotipada y repetitiva de palabras o frases. Sólo unos pocos, fundamentalmente aquellos con síndrome de asperger, tienen un desarrollo normal del lenguaje. Las dos alteraciones más comunes en los TEA en cuanto a la comunicación y al lenguaje son la dificultad para iniciar o mantener una conversación con otros y ausencia de juego realista espontáneo, variado, o de juego imaginativo social propio del nivel de desarrollo”.

Según la clasificación diagnóstica del DSM-IV-TR, Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (2000), se identifican cinco tipos de Trastornos Generalizados del Desarrollo (TGD) asociados al espectro autista:

1. Trastorno autista, (síndrome de Kanner, autismo clásico o típico).
2. Trastorno Asperger.
3. Trastorno generalizado del desarrollo - no especificado (TGD-NE).
4. Trastorno de Rett.
5. Trastorno desintegrativo infantil o Síndrome de Heller.

**Trastorno autista, (síndrome de Kanner, autismo clásico o típico).**

Es más común dentro de las categorías del autismo. Se manifiesta antes de los tres años caracterizado por alteraciones en la interacción social, la comunicación y el juego imaginativo. (Comin D, 2016)

Las personas autistas pueden mostrar una gama de síntomas asociados al comportamiento en los que se pueden observar...“*hiperactividad, ámbitos atencionales breves, impulsividad, agresividad, conductas auto-lesivas, y especialmente en los niños rabietas. Puede haber respuestas extrañas a estímulos sensoriales*”... (DSM-IV-TR, 2000). Es posible también que presenten umbrales altos al dolor, cambios inexplicables de estados de ánimo, falta de respuesta a peligros reales, hipo o hipersensibilidad a sonidos o tacto, colores u olores con presencia de reacciones exageradas como fobias o fascinación por ciertos estímulos.(DSM-IV-TR, 2000)

### **Trastorno de Asperger.**

El Trastorno de Asperger es considerado como un arquetipo de autismo leve el cual se diferencia del resto de trastornos por poseer habilidades comunicacionales, con una mayor presencia de empatía hacia la sociedad y un coeficiente intelectual por encima de la media. A pesar de esto conservan ciertos rasgos clásicos como las obsesiones y comportamientos repetitivos, por lo general se identifica de manera tardía, ya que no implica un retraso mental ni problemas en su desarrollo normal. (Bogdashina O., 2007)

### **Trastorno generalizado del desarrollo - no especificado (TGD-NE).**

El Trastorno Generalizado del Desarrollo no especificado (TGD-NE) no posee un diagnóstico específico por parte de la DSM-IV-TR (2000), suele atribuírsele a los individuos cuando no logran ser clasificados dentro de ninguno de los síndromes anteriormente mencionados, pero se sabe que es parte del espectro. El trastorno de desintegración infantil, se observa a partir del tercer año de vida, está caracterizado por un profundo deterioro de las capacidades y habilidades adquiridas. (Bogdashina O., 2007).

### **Trastorno de Rett.**

El síndrome de Rett aparece fundamentalmente en mujeres, es una afección poco frecuente y suele manifestarse a partir del segundo año de vida dentro de las características es posible observar: ...“*Desarrollo prenatal y perinatal aparentemente normales, desarrollo psicomotor aparentemente normal en los 5 primeros meses de vida, perímetro cefálico normal en el nacimiento, deceleración del crecimiento cefálico de los 5 a los 48 meses, pérdida entre los 5 y los 30 meses, de acciones propositivas adquiridas previamente con desarrollo subsiguiente de estereotipias (lavado o retorcimiento de manos), pérdida de relación social*

*al principio del trastorno (aunque luego pueden desarrollarse algunas capacidades de relación). Aparición de movimientos poco coordinados de tronco o de ambulación, deficiencia grave del lenguaje expresivo y receptivo y retraso psicomotor grave”... (DSM-IV-TR, 2000).*

### **Trastorno desintegrativo infantil o Síndrome de Heller.**

El trastorno desintegrativo infantil, posee como característica principal, una regresión evolutiva tras un periodo de desarrollo normal, la cual se presenta durante los dos primeros años de vida. El niño hasta los 24 meses ha adquirido habilidades comunicativas, de juego, se relaciona normalmente con otros niños y con sus padres, pero a partir de los 24 meses empieza a perder paulatinamente las habilidades que ha adquirido. Este trastorno también suele ir asociado a retraso mental grave y a un incremento de alteraciones en el EEG y trastornos convulsivos. (Canal R., 2009)

### 2.1.5 Diagnóstico

Estudios retrospectivos de niños con autismo utilizando vídeos previos al diagnóstico, señalan que frecuentemente el comportamiento social es normal a los 4-6 meses y que, entre los 9-12 meses, es frecuente la pérdida de competencias sociales, como la vocalización, entre otros. A los 12 meses, los signos de alerta son: disminución del contacto ocular, no reconocer su nombre, no señalar para pedir y no mostrar objetos a los adultos. (Hervás A., et al 2012)

Diversos estudios de detección precoz de síntomas, han confirmado estos datos y sugieren que el autismo puede ser detectado en torno a los 12 meses de edad. Cuando hablamos de detección de TEA, se pueden establecer distintos niveles. En un primer nivel estaría la vigilancia del desarrollo mientras que, en un segundo nivel, estaría la detección específica de un TEA, pasando a un tercer nivel, donde se sitúa la valoración diagnóstica específica por parte de un servicio especializado. (Hervás A., et al 2012).

**Primer nivel:** Vigilancia evolutiva de rutina Programa del niño sano: debe incluir una combinación de información obtenida por los profesionales de Atención Primaria que incluya considerar las preocupaciones de los padres sobre el desarrollo de sus hijos, la utilización de escalas y pruebas sobre el desarrollo general del niños y la observación de desviaciones que ocurren en el desarrollo. El uso adicional de tablas de desarrollo validadas en la población diana (fundamentalmente, Haizea-LLevant y Denver ddst II) incrementará la sensibilidad y especificidad del proceso de detección del autismo. (Hervás A., et al 2012).

**Segundo nivel:** Detección específica de TEA: El profesional de Atención Primaria debe estar familiarizado con los signos precoces específicos de TEA, teniendo las herramientas necesarias para evaluarlos como



el cuestionario para el autismo en niños pequeños M - CHAT, (Modified Checklist for Autism) el cual fue diseñado para detectar el autismo a los 18 meses de edad. (Hervás A., et al 2012)

A partir de los 36 meses de edad, que coincide con el inicio del segundo ciclo de educación infantil y en muchos casos con el inicio de la escolarización del niño, conviene tener en cuenta posibles alteraciones en el desarrollo de la comunicación, interacción social, intereses y conducta. (Hervás A., et al 2012).

Al hablar de detección específica, encontramos a aquellos niños/as que presentan una baja motivación por los estudios, dificultades para establecer objetivos y planes de futuro, además de un escaso interés por las relaciones sociales (Volkmar F, et al 2009). El test infantil del síndrome de Asperger CAST ha demostrado ser útil en la identificación temprana en niños de edades comprendidas entre los cuatro y los once años, cuyos comportamientos sugieren un alto riesgo de presencia de un síndrome de Asperger o TEA de alto funcionamiento. (Cohen B., 2002)

**Tercer nivel:** Valoración diagnóstica de TEA: Una vez que un niño ha sido detectado, debe ser remitido para una apropiada evaluación. El diagnóstico debe realizarse por un equipo multidisciplinario de profesionales especializados en TEA, de una manera rápida y efectiva, evitando cualquier retraso diagnóstico y en la intervención terapéutica. El diagnóstico de los TEA plantea problemas diferenciados según la edad de identificación, añadidas al protocolo diagnóstico que siempre debe realizarse. Especialmente, se refiere a los casos de TEA que se identifican en una edad posterior, sobre todo en la edad adolescente o adulta, cuando profesionales especializados deben realizar el diagnóstico diferencial.

Los aspectos fundamentales incluidos en una evaluación diagnóstica de TEA son los siguientes: (Hervás A., et al 2012)

1. **Evaluación médica y neurológica amplia:** Se debe buscar la existencia de alteraciones en el desarrollo o regresiones evolutivas a cualquier edad, identificar cualquier encefalopatía, crisis epilépticas, problemas con el sueño o la comida y pica por la posible exposición al plomo.
2. **Historia familiar:** Estudios en familias han demostrado que la probabilidad de aparición de autismo se incrementa en hermanos de niños autistas, por lo que hablaríamos de una población de riesgo que necesitará supervisión en su desarrollo. Las familias que tienen niños autistas, poseen una proporción mucho más alta de síntomas leves, aunque cualitativamente muy similares al autismo (déficit social o en la comunicación y conductas estereotipadas), sin que le provoquen incapacidades importantes en su vida y que se denomina “fenotipo amplio”.
3. **Examen del estado mental:** El examen del estado mental incluye la evaluación de las interacciones sociales, del juego, del lenguaje, de la función comunicativa y de su conducta. Se debería indagar en la interacción social si la observación en la consulta no es concluyente e incluir preguntas sobre las amistades con niños de su edad, sobre quién inicia el contacto con los amigos (el niño o el padre), sobre el interés por los otros niños y el rol dentro de la relación. Las habilidades de juego deficientes son un sello distintivo del autismo, independiente del CI, aunque hay que tener en cuenta que el desarrollo de lenguaje va asociado a la presencia de juego simbólico.
4. **Examen motor:** Existen deficiencias en la motricidad fina y gruesa en individuos autistas, que son más severas en aquellos con CI más bajo. Se ha encontrado hipotonía (25%), espasticidad (menos del 5%), apraxia de un miembro (un 30% de los niños autistas con CI normal y en un 75% de los autistas con retraso

mental) y estereotipias motoras (en un 60% en los niños con autismo y CI bajo).

5. **Pruebas específicas para autismo:** Evaluación multidisciplinaria que incluye: entrevistas a los padres, interacción y observación de profesionales de distintas áreas con el niño. Existen diferentes test clínicos de diagnóstico siendo los más utilizados el ADI-R (autism diagnostic interview revised) o el ADOS (autism diagnostic observational schedule). (Hervás A., et al 2012)

El ADI-R se utiliza a partir de los 2 años y consta de una entrevista a los padres o cuidadores de niños, adolescentes y adultos con TEA, donde sus respuestas son decodificadas a través de algoritmos por edad y señales. El test ADOS también posee una sección de entrevista semiestructurada para niños, adolescentes y adultos con TEA, donde a través de dinámicas como conversación, juegos, uso de imágenes y libros el terapeuta insita “conductas autistas” las cuales registra asignándole puntos, los cuales decodifica para una posterior clasificación según normalidad, autismo o trastorno del espectro autista. Para su aplicación, este test posee 4 módulos los cuales se dividen por edad y capacidad de habla.

6. **Evaluaciones específicas para determinar el perfil evolutivo:** Estas evaluaciones son llevadas a cabo por personal especializado y deben incluir, entre otras:

1. **Evaluación del habla, el lenguaje y la comunicación:**

- a) **Lenguaje comprensivo:** capacidad de comprensión del lenguaje. Evalúa la comprensión del vocabulario a través la identificación de las imágenes nombradas, sobre un contexto previamente establecido, lectura y comprensión de gestos faciales y capacidad para identificar la ironía o metáforas.

- b) **Lenguaje expresivo:** Se evalúa a través de la capacidad de generar un discurso espontáneo u7midiendo la cantidad de vocabulario, ecolalias, ritmo y tono, literalidad, capacidad para hacer y responder preguntas longitud de su discurso, coherencia del discurso, temas o lenguaje repetitivo.
2. **Teoría de la mente (2-8 años):** Se valoran por medio de la interpretación de dibujos de historias sociales que tienen que ver con estados mentales o acontecimientos físicos, los más utilizados son Historias Sociales de F. Happe (1994), TOM Test Muris (1999), Test de los Ojos Baron-Cohen (1999).
  3. **Teoría de la coherencia central:** Se evalúa a través de la descripción de láminas o interpretación de una narración o lectura.
  4. **Funciones ejecutivas (6-8 años):** Se evalúa a través de las tarjetas de Wisconsin Card Sorting, Test WCST-64 y la torre de Hanoi.
  5. **Juego:** Se utiliza la observación del comportamiento del niño frente a los juguetes y el Costello Symbolic Playtest. (Lowe & Costello, 1988)
  6. **Evaluación de la conducta adaptativa:** Escalas de conducta adaptativa de Vineland (VABS II) (0-18 años) (Vineland Adaptive Behavior Scales), nos da información sobre la capacidad de comunicación (receptiva, expresiva y escrita), habilidades de la vida cotidiana (personal, doméstica y comunitaria), socialización (relaciones interpersonales, juego, ocio y habilidades adaptativas) y hasta los 6 años, el desarrollo motor. Contiene una lista adicional de preguntas sobre conductas desadaptativas utilizable a partir de los 5 años de edad.
  7. **Evaluación sensorial:** Se evalúa a través de la construcción perfil sensorial como el Cuestionario para padres y tutores de Winnie Dunn, (2008), la Lista de Control Olga Bogdashina y el Sensory Integration and Praxis Test. SIPT de Jean Ayres, que buscan determinar qué tipo de sensibilidad tienen los sujetos frente a ciertos estímulos.

Suelen estar integrados por una sección de preguntas dirigidas a los padres y otro dirigido a los niños por medio de juguetes.

### **Diagnóstico diferencial de los trastornos del espectro autista.**

Los profesionales deben determinar la posible existencia de trastornos concurrentes. El diagnóstico diferencial incluye: Discapacidad intelectual sin asociación con TEA, Trastorno de lenguaje expresivo, Mutismo selectivo, Esquizofrenia de comienzo precoz, Trastorno obsesivo compulsivo (TOC). La principal dificultad radica en diferenciar los rituales propios de TEA, basados en la necesidad que tienen los niños autistas de mantener fija la primera imagen que tienen de su entorno o rutinas, no permitiendo el más mínimo cambio de los rituales propios del TOC, fundamentados en una base ansiosa. (Hervás A., et al 2012).

### 2.1.6 Desordenes de procesamiento sensorial.

Con frecuencia se piensa que las personas con autismo suelen encontrarse ensimismadas, ya que evitan el contacto visual, la comunicación verbal está disminuida o ausente y evitan el contacto físico, pareciendo incluso que su entorno los amenaza. Éstas características tendrían una posible explicación por una hiper o hipoconectividad neuronal en áreas sensoriales del cerebro que se traducirían en una percepción deficiente o dañada del entorno; específicamente se le denomina Trastorno del Procesamiento Sensorial (TPS). (Sensory Processing Disorder – SPD) y se estima que afecta aproximadamente al 69% de los niños autistas (Baranek, G., et al, 2006), donde un 80% tienen hipersensibilidad al tacto, 87% tienen hipersensibilidad al sonido, 86% tienen problemas visuales, 30% tienen problemas de sensibilidad del olfato o del gusto. (Walker & Whelan, 1994)

Este trastorno suele presentarse como una particularidad muy común en los Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), Trastorno Obsesivo Compulsivo (TOC) y otros trastornos del neurodesarrollo. (Walker & Whelan, 1994)

La terapeuta Jane Ayres (2008) describió los trastornos del procesamiento sensorial como un... *“Proceso neurológico que organiza las sensaciones del propio cuerpo y del medio ambiente, y hace posible usar el cuerpo efectivamente en el entorno”*...el cual ocurre en el cerebro quien es el encargado de analizar, organizar e interpretar todos los estímulos que vienen desde el entorno para poder convivir con nuestro entorno, realizándolo casi de manera automática e inconsciente. (Ayres, 2006)

La autora considera que la dinámica de integración sensorial es multi-causal (biológica, genéticas, ambientales, experiencias, entre otros) y el

sustento para un posible desarrollo cognitivo, a nivel emocional, comunicativo y motor. Su trabajo se enfocó en el desarrollo de niños autistas durante sus siete primeros años de vida, constatando como las disfunciones a nivel sensorial son determinantes para que posea un desarrollo normal en su vida cotidiana, explicando que estas podrían ser la razón del porque estos niños poseían *“problemas de regulación del estado de alerta/sueño/atención, dificultades en la participación en actividades y ocupaciones, dificultades en el desarrollo de habilidades, problemas en el autoconocimiento y la autoestima, o problemas de conducta o emocionales”*. (Ayres A., 2008).

El proceso integración sensorial, ocurre en cuatro fases (Ayres A., 2008):

1. **Registro:** Es la forma en que cada estímulo es percibido de manera independiente a través de los sentidos.
2. **Modulación/Regulación:** Es el modo en que la intensidad del estímulo percibido es regulada.
3. **Discriminación:** Es como la información del estímulo es ordenada e interpretada diferenciando de acuerdo a relevancia, características y cualidades particulares.
4. **Integración:** Es donde los estímulos relevantes de los diferentes sentidos se unen para realizar una interpretación del entorno en función de las demandas de este y las posibilidades de acción de nuestro cuerpo, para elaborar una respuesta adaptativa adecuada.

Tanto el registro como la modulación de la información son procesos que afectan a la persona en su nivel de alerta, mientras que la discriminación e integración son aquellos que influyen en planeamiento motor y praxis, esta manera de procesar la información percibida del entorno ocurre de manera secuencial, por lo tanto un déficit en el registro debiera afectar la modulación, discriminación e integración y por ende la salida de una respuesta adaptativa. (Ayres A., 2008)

Ahora, si las dificultades se encuentran en la pobreza o ausencia de registro sensorial y/o con una modulación sensorial incorrecta, el niño presentará alteraciones en su capacidad de alerta y actividad, esta dificultad es denominada *Disfunción de la Modulación Sensorial* y pueden darse dos tipos : (Ayres A., 2008)

- Hiporrespuesta / hiporresponsividad / hiposensibilidad: Se produce cuando el estímulo sensorial no se registra de forma adecuada, generando repuestas no adaptativas como: ausencia de respuesta a estímulos y/o búsqueda del estímulo.
- Hiperrespuesta / hiperresponsividad/ hipersensibilidad: Se produce cuando la modulación sensorial presenta problemas en su calibración, que generará respuestas no adaptativas: de evasión y/o rechazo hacia ese estímulo sensorial.

Por otro lado, si las dificultades se encuentran en la discriminación y /o integración de los estímulos son denominadas *Dispraxia*, donde el niño presentará alteraciones a nivel de planificación motora, organización tiempo – espacio y secuenciación entre otras, observando conductas típicas como torpeza motora, pobres habilidades de juego, problemas manipulativos y visuales, dificultad para organización y secuencia de tareas, para la organización de su conducta. (Ayres A., 2008)

El trastorno de procesamiento sensorial puede afectar uno, dos o a todos los sentidos al mismo tiempo, en mayor o menor medida según cada caso. Es decir, pueden presentar hiporrespuesta a un tipo de estímulo e hiperrespuesta a otro, o puede tener hipo o hiper y además una dispraxia. Para un buen funcionamiento del sistema sensorial se debe cumplir la integración de todos los sentidos (tacto, gusto, olfato, oído, vista, vestibular y propiocepción) para que logre captar la información disponible del entorno y posteriormente el cerebro pueda procesarla para darle un significado. (Ben-Sasson A., et al 2009)



### 2.1.7 Percepción visual en el espectro autista

Alrededor del 80% de la información que recibimos del entorno es percibida a través de la visión, por lo tanto si esta no se procesa adecuadamente es probable que se tenga una comprensión diferente de la realidad. (Comin D., 2012). Es sabido que las personas del espectro autista poseen dificultades para procesar la información visual, pero para comprenderlo es necesario saber cómo ven, es decir cómo utilizan la visión tanto periférica como focal, además de comprender los diferentes problemas asociados. (Comin D., 2012).

Los niños con autismo suelen tener una tendencia hacia la visión focal, fijándose en los pequeños detalles del objeto sin apreciarlo ni comprenderlo de manera general, ya que la visión espacial de un conjunto puede resultarles confusa, como si se viera a través de un tubo, donde para lograr observar la imagen completa se debe hacer un recorrido minucioso para poder recordar cada uno de los detalles. (Comin D., 2012), por esto los posibles cambios en el entorno pueden resultarles frustrantes, ya que necesitan reiniciar todo el proceso de escaneo focal, para asumir los cambios realizados en el entorno. (Comin D., 2012).

Las disfunciones visuales, por lo general provocan cambios posturales, como balanceos, caminar de puntillas, aleteos o hipotonía que condicionan el caminar, aparentemente porque estas posturas ayudarían al niño a su orientación espacial, para generar sensación de profundidad. (Comin D., 2012)

Los ojos, el cerebro y el cuerpo se conectan de manera secuencial, durante el desarrollo embrionario madurando en los primeros años de vida, a través del sistema motor el niño coordina el sistema propioceptivo y vestibular que le permite coordinar el resto de los sentidos (Comin D.,

2012). En las personas nacidas ciegas, los primeros años de vida, presentan sensación de hiperespacialidad, como sumidos en un universo infinito, compensando la falta del sentido de la visión con una potenciación del resto de ellos, pudiendo establecer una ubicación, reconocimiento y límites de la realidad a través del resto de los sentidos. (Comin D., 2012)

Para que se produzca una buena visión se requiere de múltiples condiciones que permitan un buen desempeño del órgano y el proceso perceptivo (OTEA, 2014). En los niños autistas suelen presentarse ciertas dificultades como por ejemplo problemas de motilidad ocular o estrabismo, que les impide mirar un objeto que se está moviendo o realizar cambios bruscos de búsqueda visual, ya que su convergencia visual y binocularidad se encuentran afectados (OTEA, 2014), problemas de enfoque o acomodación visual a diferentes distancias, capacidad de distinguir imágenes en tres dimensiones, problemas para coordinar lo observado por ojo y la acción de las manos o integración visuo - motora, problemas de visión espacial o reconocimiento visual del espacio, problemas de integración visuo - auditiva y problemas de percepción visual como percepción fragmentada o local, Percepción literal y mala memoria visual, visión doble o borrosa, problemas para entender perspectiva, volumen, profundidad, problemas para comprender el cierre de figuras. (OTEA, 2014)

En el niño con autismo el sistema compensatorio, de trabajo coordinado, se ve afectado, siendo la visión utilizada como modelo primario para obtener y procesar la información del entorno, siendo este de carácter principal dejando parte de los otros estímulos registrados de los demás sentidos en segunda categoría. (Comin D., 2012)

Por lo tanto es probable que los niños no logren acusar un problema visual que les está generando dificultades en su aprendizaje y vida diaria. (OTEA, 2014)

Y es posible verlos en niños con Autismo de Alto Funcionamiento, Asperger, Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH), afectando áreas del desarrollo como la comprensión lectora, la lectoescritura, deporte, aspectos motrices, y la propia convivencia con su entorno cercano. (OTEA, 2014). Existen además otras condiciones asociadas al procesamiento sensorial, donde dos o más sentidos se cruzan erróneamente para captar un estímulo. Si bien no es un patrón común en las personas con TEA, es posible identificar diferentes casos de estudio. Este cruzamiento sensorial es denominado *Sinestesia*, percepción conjunta o percepción intersensorial, considerada una experiencia física involuntaria, donde la estimulación de un sentido dispara la percepción en uno o varios sentidos diferentes. Bogdashina O. (2007) identifica dos tipos:

**1) La sinestesia de dos sentidos:** Cuando un estímulo asociado a un sentido particular desencadena una percepción de un segundo sentido no relacionado con el estímulo, por ejemplo; oír colores o cromestesia, olfato cromático, gusto cromático, oído táctil, visión táctil, gusto táctil, audiomotriz.

**2) Sinestesia de múltiples sentidos:** Números cromáticos, letras cromáticas, grafemas cromáticos, Números con formas.

### 2.1.8 Nuevos hallazgos sobre la visión del color en el espectro autista.

El procesamiento visual en los autistas, además de poseer una hipo o hipersensibilidad, es errático, como si fuera un recién nacido necesitando el apoyo del tacto para confirmar lo que ven, poseen un contacto ocular pobre, limitándose a percibir todo como a objetos, empleando una visión periférica o central, teniendo dificultad para la visión binocular con escasa atención visual. (Valdizán J., et al. 2003)

Los efectos de esta forma de visión producen una disfunción en el desarrollo de habilidades visuales asociadas a trastorno en el desarrollo motor, tales como la coordinación ojo-mano, ojo-pie, control de movimiento ocular, convergencia, dificultad para el contacto ocular y coordinación cerebral ojo-mano-pie. (Valdizán J., et al, 2003). También se pueden desarrollar obsesiones o fobias que a menudo tienen una marca penetrante en el comportamiento y la vida cotidiana para las personas con TEA. (Ludlow A. et al, 2013)

Padres comentan situaciones en donde niños optan por alimentos de color blanco o se niegan a comer alimentos verdes, beber de una taza roja, prefieren o rechazan objetos de un color X, mostrando aversión física al tocar cualquier cosa de ese color, realizando rituales de limpieza obsesiva a sus manos cuando esto sucede. (Ludlow A. et al, 2013)

Por otro lado Ludlow realiza un estudio experimental con niños autistas y con síndrome, en donde se descubrió que los autistas poseían una posible dificultad de visión cromática (hipersensibles), los cuales repercutirían en un estrés visual que les generarían problemas de distorsión e incomodidad en la lectura, para aliviar estos síntomas se utilizaron lentes con filtros de color, que permitieron una mejoría en un 54% en la lectura en niños con autismo y trastorno Tourette. Este estudio, sugiere que el color posee un gran impacto en el comportamiento de los niños

con este trastorno, estableciendo la necesidad de generar estrategias para mitigar el estrés visual y remediar los síntomas respecto a los colores que generan obsesiones y/o fobias. (Ludlow A. et al, 2013)

Por otro lado investigaciones recientes han abordado el tema del color en el espectro autista generando hallazgos que se han convertido en indicios que se han acercado cada día más a la comprensión de procesos sensoriales, cognitivos y su relación con las reacciones frente a estímulos cromáticos en esta población (Simmons D., et al, 2009). Un estudio realizado por Paron-Wildes A. (2005), descubrió que tanto conos y bastones del ojo, en niños autistas verbales, presentaban anomalías por desequilibrios químicos o deficiencias neuronales confirmando que 85% de los autistas evaluados manifestaron ver los colores con mayor intensidad que los neurotípicos (rojo y colores primarios, como fluorescentes y vibrantes), otra porción de los testeados (10%), observó los colores como los neurotípicos y una última porción (5%) manifestó ver los colores de modo apagado, en tonos grises. Además de esto recomendó el uso de colores de baja saturación ya que estos tendrían un efecto calmante en los niños con autismo como el rosa pálido, el cual ha demostrado a través de pruebas ser un color de preferencia en general. Los colores fríos como el azul y el verde también poseerían un efecto tranquilizador siendo esquemas de color monocromático preferibles, con uso de diseños en telas y tapices no lineal y no intrusiva, limitando el uso de colores primarios a los juguetes ligeros que se pueden poner a distancia. (Paron-Wildes A. 2005)

Un estudio experimental realizado con niños Asperger, enfocado en las capacidades perceptivas, se comparó el tiempo de respuesta en tareas de memoria visual de color en niños autistas con un grupo control de neurotípicos del mismo rango etario. Los resultados expusieron que los niños autistas demoraban más que los neurotípicos en realizar la tarea,

por lo que se planteó una hipótesis de que una de las razones de la demora en realizar la tarea podría estar dado por deficiencias en la visión de color. Para corroborarlo, los sujetos de estudio fueron sometidos a una tarea de igualación de una muestra de color con variación del fondo a luz natural, donde se les pidió a los niños reconocer si un círculo se encontraba a la derecha o a la izquierda en una pantalla. Al variar el color de fondo en 3 tonalidades (rojo, azul y verde), los niños con espectro autista responden asertivamente en un tiempo mayor que los niños de control. Los niños con autismo eran menos efectivos en la detección de objetivos que los niños de control, sin embargo, cuando los niños acertaron el objetivo, sólo se observa una diferencia en el tiempo de respuesta. Cuando el fondo era blanco, la detección de los objetivos era más eficiente por parte de los niños autistas. La particularidad de los resultados de este experimento deja planteado como posibilidad que los autistas perciben una porción menor de color, ya que el reconocimiento de estímulos con un color de muestra y otro de fondo podría ser confundido y por ende demorar la identificación del estímulo, no así cuando el fondo fue blanco, ya que la diferencia de color es mayor y facilitaría la identificación del objetivo. Su dificultad se centraría en el reconocimiento de verdes, amarillos y azules. (Franklin, et al., 2008)

Otro hallazgo interesante fue el aportado por Matthew B., et al (2008), quienes investigaron cómo las habilidades intelectuales generales se relacionan con el rendimiento en el FM100, en comparación con el test en versión digital del CCDT. (Prueba del umbral de discriminación del contraste cromático) La muestra contenía 17 adultos autistas con una edad media cronológica de 20 años y 15 niños con trastorno generalizado no específico edad promedio 12 años. La inteligencia general fue medida usando la escala abreviada de inteligencia Wechsler y la escala de Inteligencia Wechsler para niños. Todos los participantes completaron el FM100. Los resultados en el test FMunsell - 100 fue mejor en

adultos que en niños. Además, se observó una correlación con el cociente de inteligencia no verbal (NVIQ) en todos los grupos de niños y en el grupo TEA de adultos jóvenes, viéndose agravado más en los grupos TEA que los neurotípicos. A partir de los resultados se cuestiona si el rendimiento exitoso en el FM100 requiere habilidades atencionales y visuoespaciales además de la habilidad de discriminación cromática, ya que se requieren comparaciones espaciales entre las fichas elegidas y las no elegidas. Cambiar la atención entre el campo local y global, supervisando todo el gradiente de color. Las demandas de la tarea pueden ser influenciadas por distintos factores en cada grupo Individuos con TEA, quienes son más propensos a procesar la información visual de manera local en vez de global y a tener dificultad cambiando entre procesamiento local y global. La habilidad no verbal puede también afectar diferencialmente el rendimiento entre los grupos. Estos resultados, sugieren que debe tener precaución al usar las normas FM100 para todas las edades, pero en especial para los niños más jóvenes o población clínica donde el NVIQ es más bajo que el promedio respecto a la edad cronológica, dado que la relación entre el rendimiento en el FM100 y el NVIQ es más fuerte en el último grupo. A fin de poder separar más precisamente la posible relación entre la inteligencia y la discriminación sensorial, es necesario hacer comparaciones de los rendimientos en distintas pruebas midiendo el mismo dominio sensorial. Los resultados de este estudio sugieren diseñar pruebas de bajo funcionamiento para individuos con autismo, asegurándose que las tareas experimentales son de una dificultad apropiada para los niños. Esto puede significar que no se puedan utilizar todos los datos de los participantes, pero el desarrollo de un buen protocolo de pruebas y una tarea que puede ser entendido son importantes para dar una medida más precisa de la discriminación del color y finalmente la función visual en los participantes. (Matthew B., et al 2008)

Por ejemplo, el test Neitz, ha sido posible utilizarlo en niños no verbales de bajo funcionamiento cambiando ligeramente la forma en que se administra la prueba. En lugar de dar una respuesta verbal a la forma apropiada, es posible conseguir la respuesta solicitando al participante que trace el contorno de la forma coloreada con el dedo. La complejidad se reduce y no se basa en una instrucción verbal. Matthew B., (2016) realizó esta prueba consiguiendo resultados positivos, pero destaca que hay que tener en cuenta la forma en que el investigador está con el niño, una buena relación entre unos y otros es muy importante para asegurar la motivación y la correcta aplicación de la tarea. Romper la sesión de pruebas en períodos cortos de tiempo también ayudará a evitar que el niño fatigarse (por ejemplo 15-20 minutos máximo).



### 2.1.9 Teoría de neurodesarrollo: Función ejecutiva.

La función ejecutiva es entendida como el conjunto de procesos encargados de la generación, monitorización, control de la acción y el pensamiento. Asimismo, incluyen aspectos asociados a la planificación y ejecución de comportamientos complejos, procesos de memoria de trabajo y control inhibitorio (García & Muñoz, 2000).

Según Papazian O. et al (2006) definen la función ejecutiva como... *“Los procesos mentales que se llevan a cabo para la resolución de problemas internos y externos; siendo los problemas internos el resultado de la representación mental de actividades creativas y conflictos de interacción social, comunicativos, afectivos, motivacionales nuevos y repetidos, los problemas externos, como el resultado de la relación entre el individuo y su entorno”.*

Tradicionalmente, se han tomado como instrumentos para la valoración de estas funciones el test de clasificación de tarjetas de Wisconsin, la torre de Hanói y la prueba de Stroop. Al aplicar estos instrumentos en la población con TEA, los resultados han girado en torno a dos tipos de hallazgos: los primeros, centrados en fallos globales de la función ejecutiva y los segundos, orientados a señalar aspectos particulares como los causantes del Trastorno; plantea que los bajos resultados obtenidos en los test ejecutivos son indicativos de déficits en las tareas específicas de planificación, monitorización y la inhibición de la acción.

En relación con los déficits específicos en la función ejecutiva, se considera que los individuos con TEA padecen una alteración grave y temprana de la planificación de comportamientos complejos originada por un déficit severo en la memoria de trabajo dado que este déficit aparece en un momento muy temprano del desarrollo, que se extiende entre los 18 meses y los 5 o 6 años, donde el número de sinapsis cerebrales es

máximo, (Reviere A., 2007) no sólo afecta la planificación de la conducta, sino también la adquisición y el uso de conceptos que requieren la integración de información en un contexto a lo largo del tiempo. (Griffin E. et al, 1999) Así mismo, la ausencia de empatía, la falta de espontaneidad, la pobre afectividad, las fuertes reacciones emocionales, la conducta estereotipada, las perseveraciones, los intereses restringidos, la creatividad limitada, las dificultades en la focalización de la atención y la poca habilidad para organizar sus actividades futuras, son otras de las alteraciones de lóbulo frontal que están presentes en los niños con TEA (Idiazábal M., Boque E., 2007).

### **Funciones ejecutivas:**

**Planificación:** Es una operación compleja y dinámica en la que una secuencia de acciones planificadas se debe monitorizar, reevaluar y actualizar constantemente. Las personas con autismo (niños, adolescentes y adultos) presentan déficit de planificación comparados con personas neurotípicas y con personas con otros trastornos que no se asocian a discapacidad intelectual. Cuando se comparan adultos con autismo, y sujetos con dificultades de aprendizaje pero fuera del espectro, aparecen diferencias en las personas con TEA ya que rinden peor en habilidades de planificación y memoria de trabajo (Hughes C. et al, 1994). No obstante, conviene tener cautela a la hora de interpretar los resultados, ya que en TEA, dados los niveles de inteligencia tan heterogéneos, no está suficientemente claro si los fallos en la planificación reflejan un efecto del autismo en todos los individuos o de la discapacidad intelectual de algunos de ellos. Por otro lado, un estudio que usó versiones computarizadas de las tareas anteriores (y otras tareas) ha mostrado que las dificultades de planificación no aparecen en todas las situaciones, sino en aquellas que implican un mayor nivel de complejidad, lo

que puede explicar mejor las dificultades con que se encuentran las personas con autismo para desenvolverse en la vida cotidiana. (Hughes C. et al, 1994)

**Flexibilidad cognitiva:** Hace referencia a la habilidad para cambiar a un pensamiento o acción diferente en función de los cambios que ocurren en el contexto. Las estereotipias, la rigidez e inflexibilidad cognitiva y conductual, la insistencia en la invariancia ambiental, los rituales y rutinas, las ecolalias tan propios de los TEA son los indicadores conductuales más íntimamente relacionados con las funciones ejecutivas. Una flexibilidad cognitiva pobre se caracteriza por dificultades en la regulación y modulación de los actos motores. La ejecución de personas con TEA en tareas de clasificación de cartas de Wisconsin ha mostrado un mayor nivel de respuestas perseverativas de error, que se atribuyen a un déficit en flexibilidad mental, en comparación con el desarrollo normal y otros grupos con diferentes trastornos (TDAH, trastornos específicos en el lenguaje y dislexia). (Martos J., Pérez I., 2011). Algunos estudios con pacientes con lesiones en el lóbulo frontal están informando de que el perfil de errores perseverativos varía en función de la ubicación de la lesión. (Stuss D. et al, 2000). Una mayor profundización en estos hallazgos, así como en la clarificación de otros factores, contribuye a esclarecer el funcionamiento de las personas con autismo en la función ejecutiva de flexibilidad cognitiva. Una alteración más o menos grave de las funciones ejecutivas, relacionada con la flexibilidad cognitiva y conductual, es la capacidad generativa, la cual provoca alteraciones en la capacidad para generar objetivos y metas adecuadas y dificultad para generar nuevos comportamientos. Esto conduce, inexorablemente, a una limitación de la creatividad, de la espontaneidad, de la flexibilidad y de la adaptación a los entornos, de la generación de planes de acción y en el peor de los casos, a una repetición continua de la conducta o a un

empleo estereotipado de los objetos, juegos y uso de los tiempos de ocio. Se trata de un proceso mental de generación de esquemas cognitivos nuevos que se adaptan y se asimilan a los anteriormente aprendidos y que, cuando se deteriora, provoca que las situaciones nuevas se vivan como 'terroríficamente novedosas. Ello explicaría el deseo de invariancia ambiental y el rechazo a situaciones no conocidas o imprevistas, que convierte el comportamiento de la persona con autismo en muy predecible y carente de iniciativa y creatividad. Recientemente, se ha puesto en relación con los inusuales patrones de habilidades de memoria (por ejemplo, una dificultad en la memoria episódica) para explicar las dificultades en generatividad y, en general, en la imaginación y la planificación del día a día. (Boucher J., 2007). Turner M. (2000) ha propuesto que las dificultades en la capacidad para generar espontáneamente nuevas ideas, las conductas están en la base de la ausencia de espontaneidad e iniciativa, la pobreza de habla y acción y los fallos en la actividad simbólica e imaginativa que caracterizan al autismo.

**Inhibición de Respuesta:** Es la capacidad para controlar las respuestas a estímulos internos o externos predominantes, que aparecen durante la realización de una tarea, interfiriendo negativamente en esta. Dicho de otra forma, los niños con dificultades en la inhibición de respuesta, se distraen de la tarea que están realizando respondiendo a otros estímulos, porque son incapaces de inhibirlos. Para llevar a cabo el proceso de inhibición conductual es imprescindible la capacidad de autocontrol o de autorregulación, que nos permite frenar las respuestas motoras y emocionales inmediatas a un estímulo, y reemplazarlas por respuestas más adaptativas (por ejemplo, permanecer sentado). Mientras se inhibe la respuesta inmediata es fundamental evitar la distracción con otros estímulos que puedan interferir en el proceso (Russell B., 1997), para poder planificar y realizar la respuesta más adecuada. La

alteración de dichos procesos de inhibición puede convertirse en el sustrato psicológico del comportamiento repetitivo, estereotipado y el deseo de invariancia de las personas con TEA. Resultándole fáciles tareas de búsqueda visual, como armar rompecabezas, encontrar figuras enmascaradas, resolver ilusiones ópticas, ya que procesan la información visual de manera local en vez de global y a tener dificultad cambiando entre procesamiento local y global genera que el niño se concentre en una realidad fragmentada, con presencia de una coherencia central débil. (Firth U., 2003). Si la persona no es capaz de inhibir pensamientos o acciones antes o durante el ejercicio de una actividad, tenderá a la perseverancia, la rigidez y la persistencia, como si no fuera dueña de su capacidad para parar y dirigir su conducta en otra dirección. (Ozonoff S., et al, 1991)

**Habilidades mentalistas:** Una de las funciones superiores del ser humano más fascinantes es la de ser capaz de atribuir estados mentales y emocionales a los demás, poder anticipar sus comportamientos, sus intenciones, intuir o saber aquello que los motiva; en definitiva, leer sus mentes. Esta habilidad es imprescindible para vivir en el mundo social, para las relaciones, tener amigos, convivir con la familia, coordinar con otras personas, cooperar con otros. Para ello ha de ser capaz de desarrollar un proceso ejecutivo: poseer un plan propio, conocer o intuir los planes que tienen los otros en su mente formando una representación mental de ello y considerar las consecuencias de ambos planes, los propios y los ajenos. De ello dependerá el éxito de la resolución en el desempeño de la interacción social. Las habilidades mentalistas requieren de procesos cognitivos relacionados con las funciones ejecutivas, de manera que no pueden atribuirse únicamente a la inferencia de los estados mentales y emocionales de los demás. (Frye D. et al, 1995)

Las habilidades mentalistas requieren de procesos cognitivos relacionados con las funciones ejecutivas y su desempeño. Como se expone anteriormente, no se puede atribuir únicamente a la inferencia de los estados mentales y emocionales de los demás. (Ibañez I., 2005) Desde una mirada psicológica, las habilidades mentalistas han sido desarrolladas a través de la teoría de la mente (ToM), la cual también busca comprender el comportamiento de los niños autistas desde el aspecto psicológico. Esta propone que los niños con autismo no son conscientes del estado mental de las demás personas, es decir, que no pueden crear representaciones mentales. Por eso, también podemos llamar a esta teoría "ceguera de la mente". Las personas con autismo carecen de habilidades para sentir lo que sienten los demás por eso les resulta complejo el ámbito de la interacción social, y muy complejo desarrollar conceptos como la empatía y juego de ficción. Según Tirapu-Ustárrroz J. et al (2007) definen la teoría de la mente como la *"habilidad que tenemos los seres humanos para comprender y predecir la conducta de otras personas, sus conocimientos, sus intenciones y sus creencias"*.

**Sentido de la actividad:** Una de las características más relevantes de las personas es vivir con propósito, encarados al futuro, ya sea a corto, medio o largo plazo y además, los sujetos son seres intencionales. Nada de lo que se hace deja de tener un sentido, por muy sencillo y simple que sea. Para guiar dicho comportamiento prospectivo se necesita representar las imágenes mentales del futuro, visualizar mentalmente aquello que se propone, anticipando cómo se sucederán los acontecimientos. Se fijan metas, objetivos y después se actúa conforme a lo que se propone. Para ello, se precisa de capacidades de organización y planificación que serán realmente complejas según la finalidad de la acción.

La investigación sobre el sentido de la actividad en los TEA desde la óptica de las funciones ejecutivas, en cuanto a la dificultad que se observa para dar sentido a la acción propia, es escasa. (Riviére A., Martos J., 2001)

En los casos de mayor afectación se traduce en un vacío de acción funcional, en los de mejor nivel, en una dificultad para proyectarse en el futuro. La falta de sentido se relaciona con la inflexibilidad, la dificultad para aceptar cambios y las limitaciones en las competencias de anticipación. (Firth U. et al, 1991)

### 2.1.10 El juego en niños autistas

Esta conducta estereotipada es posible observarlas en diferentes momentos de la vida diaria, siendo uno de los más característicos el juego, el cual suele poseer particularidades como: interés restringido por ciertos juguetes u objetos, uso inusual de estos, donde prefieren alinearlos, clasificarlos o apilarlos para luego desarmarlos en vez de personificarlos. Fascinación por detalles en los objetos como luces, resortes, stickers de los juegos, entre otros, realizando estas actividades generalmente de manera solitaria, poco imaginativa y repetitiva, con una constante resistencia al cambio. (Reviere A., 2007)

Estas características estarían dadas fundamentalmente por desajustes en las funciones ejecutivas de planificación, memoria de trabajo, monitorización, inhibición de la acción, que impedirían realizar una actividad de juego con sentido coherente, con un objetivo definido, centrándose en detalles distractivos, ajenos al juego, los cuales sumados a desordenes del procesamiento sensorial, dificultarían seguir correctamente las instrucciones o intenciones de un juego. (Martos J., et al, 2011)

Por otro lado las habilidades mentalistas que permiten desarrollar la empatía con el otro y la capacidad de interpretar diferentes contextos comunicacionales (ironía, humor, mentira) mermarían las posibilidades de generar un juego simbólico ya que no tienen una estructura psíquica que les permita desarrollar un interés por aprender o jugar. (Martos J., et al, 2011)

En cuanto a la preferencia respecto a los juguetes, un estudio reciente planteó que los bebés del espectro autista prefieren mirar formas geométricas más que imágenes sociales, en contraste con aquellos que padecen un retraso en el desarrollo o son normales, que prefieren las imágenes sociales. (Pierce K., 2010) Se utilizó la tecnología de eye-tracking para monitorear la mirada de los niños hacia una pantalla con imágenes



dinámicas sociales y con formas geométricas en movimiento. Cuando un niño pasaba más del 69% del tiempo observando patrones geométricos, se podía predecir con un 100% de validez que padecía algún trastorno del espectro autista. Para darle una explicación a este fenómeno otro estudio con niños diagnosticados de autismo muestran que su déficit en la integración de información les podría impedir la percepción holística y una muestra de ello es que no les afectan variables como la descomposición de las caras en rasgos, su desalineación o inversión respecto a la posición normal. (López, et al, 2004). Por otro lado, Daniel Comin, (2013) afirma...” *Hemos visto una inmensa cantidad de fotografías de juguetes y objetos de todo tipo alineados o apilados de forma espontánea por niños con autismo. Y efectivamente en todos los casos hay un patrón común, y es precisamente el hecho de alinearlos o apilarlos... La mayor repetición de patrones de ordenación que hemos observado se da por colores y la segunda por geometría, y a veces mixtos, colores y formas.*” Estos tienden a “focalizar el área del mundo físico, a ordenar, clasificar y acumular “; por ejemplo, el funcionamiento de un sistema, las propiedades mecánicas de objetos inanimados, clasificaciones y listas, los videojuegos e internet en definitiva, sistemas físicos exentos de emoción. (Ruta L., et al, 2010)

Rivière, A., (1984) advierte que para estimular un aprendizaje sin errores en las primeras fases de enseñanza, o en los casos de niños autistas con cuadros graves o niveles intelectuales muy bajos es necesario seguir ciertas normas:

1. *Asegurar la motivación.*
2. *Presentar las tareas sólo cuando el niño atiende, y de forma clara.*
3. *Presentar tareas cuyos requisitos están previamente adquiridos y que se adaptan bien al nivel evolutivo y las capacidades del niño.*
4. *Emplear procedimientos de ayuda.*
5. *Proporcionar reforzadores contingentes, inmediatos y potentes.*

Uno de los principales problemas que acarrea desarrollar una actividad con un buen desempeño es la motivación, puesto que a los niños autistas les cuesta desarrollar sentido de la actividad. (Rivière, A., 1984). Se han propuesto métodos para fomentar la motivación, como el refuerzo de aproximaciones al objetivo deseado, la selección materiales educativos definidos por el niño, el uso de refuerzos positivos y la combinación de actividades ya aprendidas con otras en proceso de aprendizaje. (Koegel y Koegel, 1995)

Una de las problemáticas más importantes para el aprendizaje de estos niños es el fenómeno de "hiperselectividad", es decir, la disposición que tienen a basarse en aspectos limitados (normalmente no relevantes) de los estímulos y que su conducta dependa de estos aspectos. (Lovaas O. et al, 1971)

Para contrarrestar los efectos de la hiperselectividad, se proponen dos estrategias: exagerar los aspectos más importantes del estímulo o enseñar directamente a responder a estímulos múltiples. (Koegel y Koegel, 1995).

## 2.2 Color

### 2.2.1 Fisiología de visión del color.

Esta investigación se centra en el desarrollo de un test para detectar defectos congénitos de la visión del color en la población autista, para lograrlo en una primera instancia es necesario, identificar como se genera la visión del color, además de identificar las características de los problemas de visión de color congénitos.

En el ojo humano, específicamente en la retina se encuentran dos tipos de células fotorreceptoras, las primeras son los bastones, responsables de la visión escotópica, (bajo condiciones de baja iluminación), y los conos, quienes permiten la visión fotópica, (visión del color y la percepción de detalles. (Peter K. & Boynton R., 1998)

Para que la percepción del color sea posible se requieren tres tipos de conos, los cuales poseen pigmentos sensibles a tres longitudes de onda diferentes del espectro de luz (L, M, S). (Peter K. & Boynton R., 1998)

Figura 2.- Fisiología de la Visión del color, ISSCR, Internaional society for stem cell research, (2015)

59

La visión de sujetos normales es denominada visión tricrómata normal, donde los conos son nombrados de acuerdo al área y posición relativa que cubren del espectro: conos cortos o azules (S), conos medios o verdes (M) y conos largos o rojos (L). (Stockman A., & Sharpe L., 1998)

Si estas células poseen alguna variación, que disminuya la sensibilidad espectral, o incluso que omitan las curvas, producirá una visión del color deficiente o anormal, estas variaciones por lo general son de carácter hereditario, asociado a la herencia de un gen dominante de la madre y suelen tener una mayor incidencia en la población masculina con un 0,8%, en contraste a un 0.4% en la población femenina. (Artigas J., et al 1995)

## 2.2.2 Mecanismos de la visión de color

El espectro visible, es la parte del espectro que es sensible al ojo humano y varía entre los 400 a 700 nanómetros. (López E., 2012)

Se requieren de tres características para que el color pueda ser percibido; el pigmento, quien absorbe y refleja la luz, la luz, y ojo. (López E., 2012)

Newton I., (1672) demostró empíricamente que la luz blanca se constituía de 7 colores, rojo, naranja, amarillo, verde, cian, azul y violeta. (López E., 2012)

El color posee 3 atributos psicofísicos, que permiten diferenciar unos de otros, esta es denominada trivarianza visual y está constituida por:

- **Tono:** atributo por el cual se logra diferenciar un color de otro.
- **Luminosidad:** responde a la sensación donde el color pareciera emitir más o menos color y se determina a través de la adición de blanco o negro.
- **Saturación:** Corresponde al atributo de pureza del color y es determinado a través de la cantidad de gris que posea el color. (López E., 2012)



Figura 3. Tono, Brillo y Saturación. Teoría del Color. (2013)

### 2.2.3 Teoría de los procesos oponentes

Propuesta Ewald Hering en 1878, afirmaba que tanto el amarillo como el blanco son sensaciones puras y primarias como el rojo, verde y azul. Propuso la visión del color es posible gracias al emparejamiento de sensaciones del color, a través de procesos opuestos. (Aznar A., 2016)

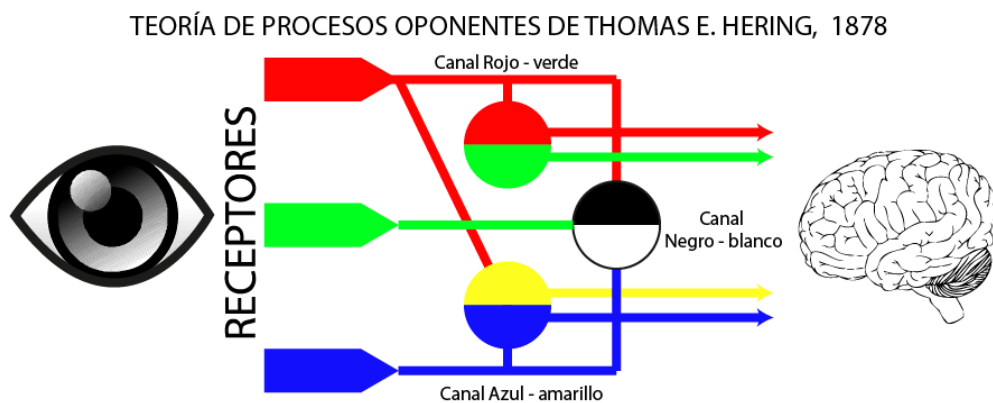


Figura 4. Teoría de procesos oponentes de Hering T. (1878), elaboración propia.

Cuando un color del par es estimulado en mayor medida que su oponente, el matiz observado tendera a ese color y viceversa, si ambos son estimulados de igual manera se neutralizarán por ser complementarios, dando origen a la sensación de gris, como ocurre en la mezcla sustractiva de colores. Donde El azul se opone con el amarillo, el rojo se opone con el verde y el blanco se opone con el negro, (Aznar A., 2016)

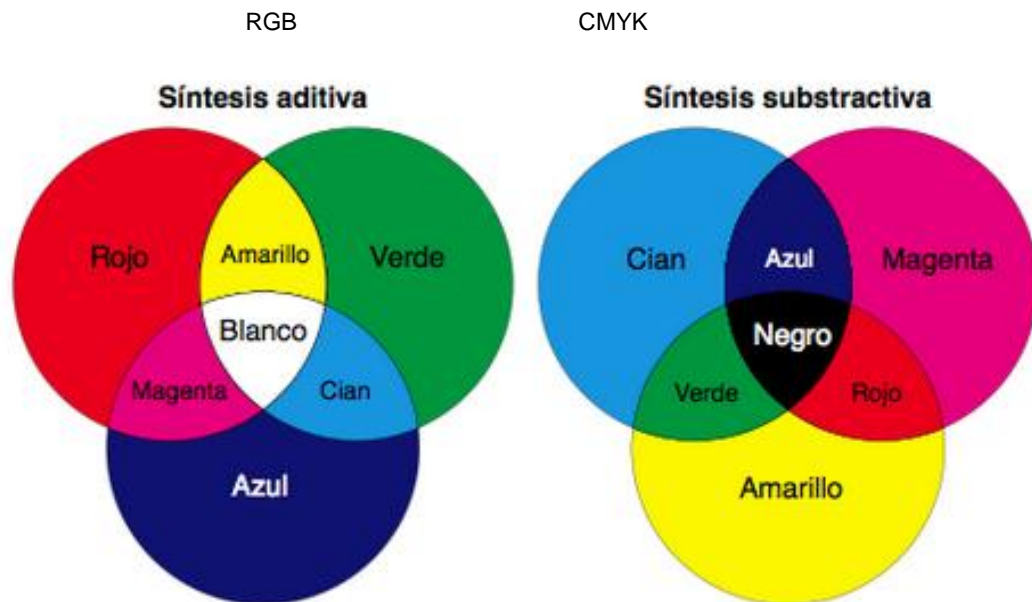


Figura 5: Síntesis de color por adición y sustracción. Aznar A., 2016

La validez de esta teoría radica en constataciones psicofísicas y neurofisiológicas como por ejemplo:

- Postefectos cromáticos negativos: Donde un color percibido como rojo, azul o blanco generará un postefectos cromáticos correspondiente a su par opuesto en este caso verde, amarillo y blanco. (Aznar A., 2016)
- Contraste cromático simultáneo: Una figura gris tiene el fondo azul, rojo o blanco, parece que el gris sea amarillo, verde o negro, respectivamente. (Aznar A., 2016)

- El círculo cromático: si se mezclan sustractivamente dos colores opuestos (complementarios) no resultan reconocibles ninguno de los colores mezclados. Por ejemplo, no existe un azul-amarillento, ni rojo-verdoso. (Aznar A., 2016)



Figura 6.



Figura 7.



Figura 8.

Figura 5. Postefectos cromático negativos. Figura 6. Contraste cromático simultáneo. Figura 7. Círculo cromático. Elaboración propia. (2016)

- Las deficiencias cromáticas: las personas que padecen ceguera a un color, también presentan ceguera a su color oponente. (Aznar A., 2016)



## 2.2.4 Anomalías visuales del color

Los defectos de visión de color se pueden clasificar de la siguiente forma: (Artigas J., et 1995)

1. **Visión monocromática:** Se da en las personas en cuyas retinas sólo existe un tipo de pigmento, es una alteración poco común donde se observa 1 de cada 30.000 sujetos. (Artigas J., et 1995). Se pueden distinguir de dos tipos:

- a) **Acrómatas:** Sólo poseen bastones en retina
- b) **Monocrómatas:** Poseen uno de los tres tipos de conos



Figura 9. Visión Normal.

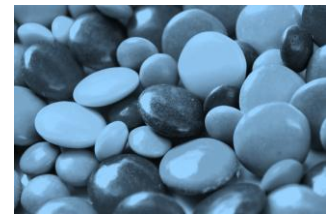


Figura 10. **Izquierda.** Visión Acrómata. **Derecha.** Visión Monocromática sensible al azul. Elaboración propia. (2016)

**Dicromatopsias:** Se da en las personas que poseen 2 tipos de conos receptores para igualar todos los colores espectrales. Afecta a un 10 % de la población mundial y cerca del 98% corresponde a hombres, siendo este un defecto genético de carácter hereditario. (Gegenfurtner K., & Sharpe T., 1999)

Se clasifican en:

- a) **Protanopes:** Corresponden a aquellos que solo cuentan con fotoreceptores sensibles a las onda M y S (verde y amarillo), afecta a 1 de cada 100 sujetos (Artigas J., et 1995)
- b) **Deuteranopes:** Corresponden a aquellos que solo poseen fotoreceptores sensibles a la onda S Y L (rojo y amarillo), y también

afecta aproximadamente a 1 de cada 100 sujetos. (Artigas J., et 1995).

c) **Tritanopes:** Corresponden a aquellos que solo poseen fotoreceptores sensibles a las ondas M y L (verde y amarillo) los cuales sólo poseen receptores de tipo M y L. y afecta alrededor de 1 persona cada 20000. (Artigas J., et 1995)

2. **Tricrómatas anómalos:** Corresponde a aquellos que poseen los 3 fotoreceptores (L, S, M) pero la sensibilidad de alguno de los ellos se encuentra desplazado en comparación con los de un observador tricrómatas normal. Afecta alrededor del 6% de la población mayoritariamente masculina. (Artigas J., et 1995) y se pueden clasificar en protanómalos, deuteranómalos, y tritanómalos.

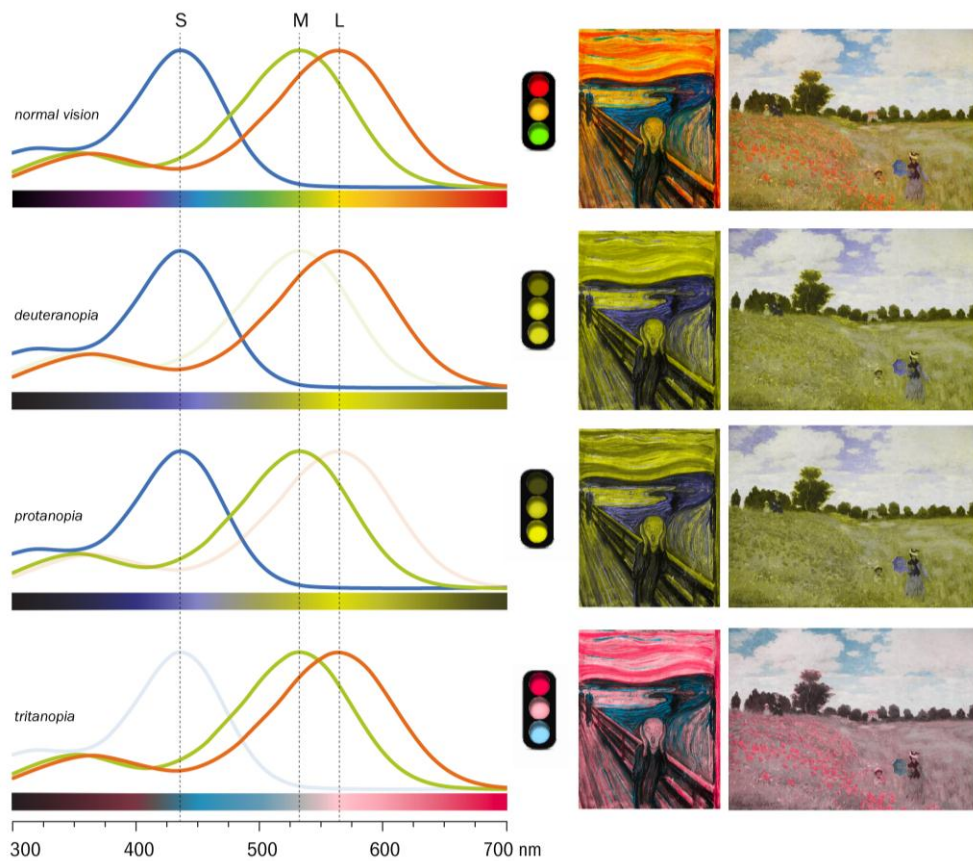


Figura 11. Simulación de defectos de visión de color y sensibilidad espectral. Los efectos visuales y biológicos de la luz. (2014)

3. **Defectos de color adquiridos:** Corresponde aquellos que pueden ser causados por una enfermedad o lesión que afecta al ojo, el nervio óptico, o la corteza visual. (Working Group 41, 1981), algunos de estos defectos son el resultado de trastornos hereditarios de la retina, u otros asociados a enfermedades como cataratas y diabetes. Los fármacos pueden causar efectos tóxicos en el ojo, con cierta pérdida de visión y visión del color. Los defectos adquiridos por lo general implican la pérdida de la discriminación y pueden ocurrir antes o después de la pérdida de agudeza visual. (Working Group 41, 1981)

### 2.2.5 Test de escaneo de anomalías del color.

Los test de visión de color se pueden clasificar en dos tipos según principio de acción, los primeros corresponden a los anomaloscopios, los cuales diagnostican en función de una igualación de color y aquellos que escanean de manera rápida la visión del color a través de las discriminación cromática, entre los que destaca las láminas pseudoisocromáticos y los test de ordenación. (Pokorny J., et al 2003)

**Anomaloscopio:** Es considerado el test más certero para diagnosticar y clasificar las anomalías congénitas de la visión del color.

El método que utiliza para escanear la visión es la igualación de colores enfrentando dos porciones de color diferente, las cuales se van modificando hasta que la persona testeada considere que son el mismo color. A pesar de esto, presentan algunas dificultades asociadas, las que se deben principalmente a su alto costo, el tiempo requerido para su aplicación y la necesidad de certificación previa. (Pokorny J., et al 2003)

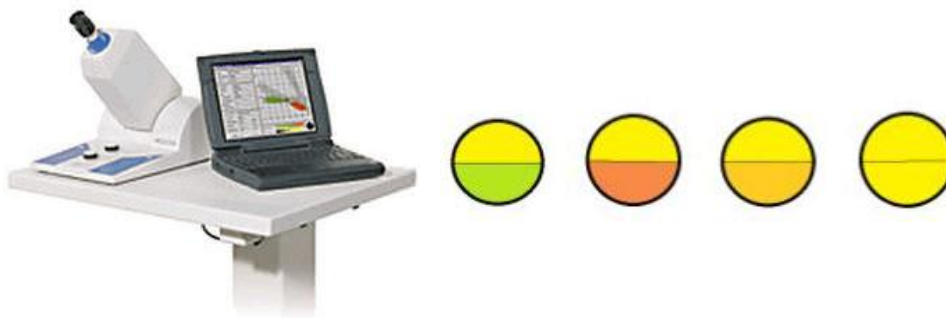


Figura 12. Anomaloscopio.

**Láminas pseudoisocromáticas:** Son aquellas en las que el observador debe reconocer una figura oculta sobre un fondo, pero usando sólo claves de color, poseen muestras de color de un tamaño entre 2 y 10 mm. Se utilizan para identificar deficiencias de la visión del color y permiten clasificar anomalías de tipo protán, deután o tritán. A diferencia de los anomaloscopios, estos tests son de bajo costo, fáciles de transportar y requieren poco tiempo para su realización, sin requerir calibraciones, sin embargo tienen ciertas desventajas, como la dificultad en el control de la luz que ilumina las láminas y que tiene un impacto importante en la lectura de las figuras (la mejor discriminación del color se da en niveles de iluminación medios o moderados) y sobre todo, la dificultad de este test para distinguir entre dicrómatas y tricrómatas anómalos. (Artigas J., et al, 2002)

**City University Test (CUT):** Este test es útil en el screening de los defectos que afectan al canal rojo-verde y al canal azul-amarillo y puede diferenciar entre defectos protán, deután y tritán. (Birch J., 1997) El tamaño aproximado de las muestras de color de estas láminas es de 5 a 9 mm. También es válido para el diagnóstico de defectos cromáticos severos.

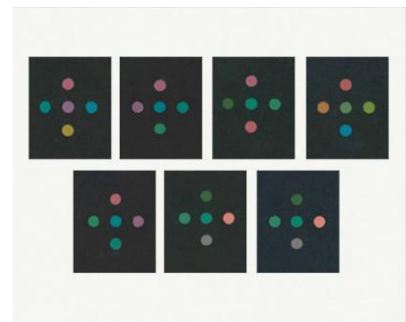


Figura 13. City University Test.

**Ishihara:** Es uno de los tests mejor evaluados en el uso de screening de las anomalías de color rojo-verde y por lo tanto es el más utilizado en la clínica. (Miyahara E., 2008) Junto con

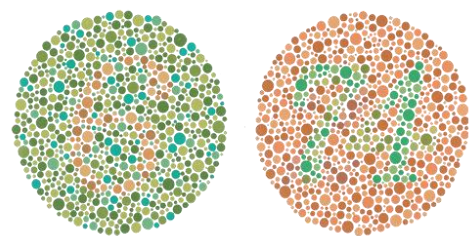


Figura 14. Test Ishihara.

esto, es capaz de clasificar los defectos según sean protán o deután, aunque no es capaz de detectar al tritán (defecto azul-amarillo). (Birch J., 1993). Este test posee una serie de láminas con números simples o dobles ocultos que deben ser reconocidos usando únicamente diferencias de color. (Pokorny J., 2003)

**Test óptico americano de Hardy- Rand-Rittler (A0 H-R-R):** Está diseñado para diagnosticar defectos de visión de los colores rojo-verde o azul-amarillo. Este test es mayormente usado en niños, debido a que no tiene figuras numéricas. Es similar al test de Ishihara, pero con símbolos. (Pokorny J., et al 2003)

**Test de Farnsworth D-15 y Panel de Lanthony:** Estos tests son mucho más complejos, debido a que indican capacidad de discriminación de tonos (test FM 100 tonos) y otros que evalúan la discriminación de la saturación. (Pokorny J., et al 2003)

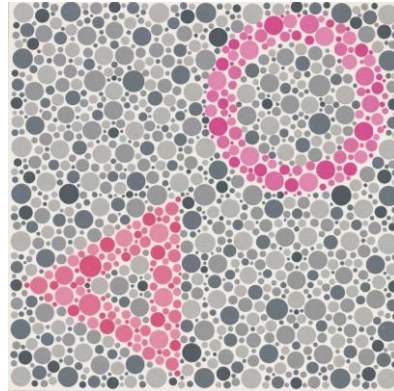


Figura 15. Test óptico americano de Hardy-Rand-Rittler.



Figura 16. Test de Farnsworth D-15 y Panel de Lanthony.



**Test de Neitz:** Esta prueba permite identificar problemas de visión de color asociados al rojo-verde y azul-amarillo. Al igual que otras pruebas, esta se basa en el reconocimiento de formas geométricas dentro de un patrón de puntos. Posee 9 patrones de puntos por hoja, en donde los encuestados deben identificar lo que ven dentro del patrón de puntos. La prueba Neitz es conocido por la facilidad de administración y bajo costo. (Pokorny J., et al 2003)

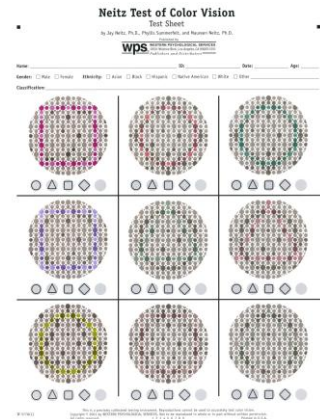


Figura 17. Test de Neitz.

Los tests de color se utilizan para identificar y clasificar anomalías en la visión cromática. Su uso es fundamental en la práctica clínica para la determinación del estado de la visión del color, especialmente en el caso de actividades donde se exija tener una buena percepción del color. (Artigas M., et al, 2002)

Los tests clínicos generalmente no están diseñados para distinguir entre las deficiencias congénitas o adquiridas del color (hipertensión, corioretinitis, entre otros). (Pokorny J., et al, 2003)

Sin embargo, existen algunos rasgos que nos pueden entregar lineamientos para lograr diferenciar las deficiencias adquiridas de las congénitas, como por ejemplo que la mayoría de deficiencias congénitas afectan a la detección del rojo-verde y muy pocas afectan al azul-amarillo. Por lo que, una deficiencia azul-amarillo será probablemente adquirida. Cabe destacar que las deficiencias congénitas afectan por igual a ambos ojos, mientras que las deficiencias adquiridas suelen ser mono-oculares. (Foster D., 1991)

## 2.2.6 Caracterización de los colores de confusión

Hay cientos de factores que influyen en nuestra capacidad visual de mezclar colores, y distinguirlos, pero hay ciertas condiciones de color y como se presentan a nuestros ojos, que dificultan la capacidad de distinguirlos, en personas que poseen algún tipo de discromatopsia, esta tarea puede resultar significativamente más difícil, ya que las circunstancias en que pueden llegar a confundir 2 o más colores aumentan al poseer una disfunción visual. (Bulat A., 2016), por ejemplo dos colores con un contraste marcado, pero que poseen una saturación, o iluminación similares pueden ser menos distinguibles para las personas con algunos trastorno visual asociado al color, ya que la referencia de color que podría ayudar a distinguirlos se encuentra no es un referente fiable. En la figura 18 se pueden apreciar 2 colores, uno verde y uno naranja, que poseen igual saturación, pero si se le quita el color, ambos colores quedan del mismo gris. (Bulat A., 2016)

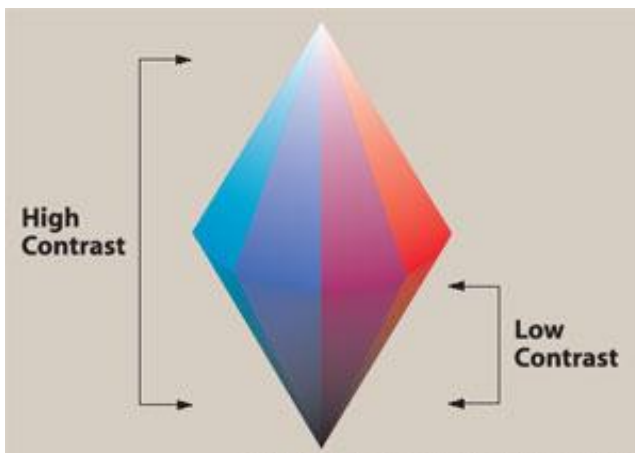


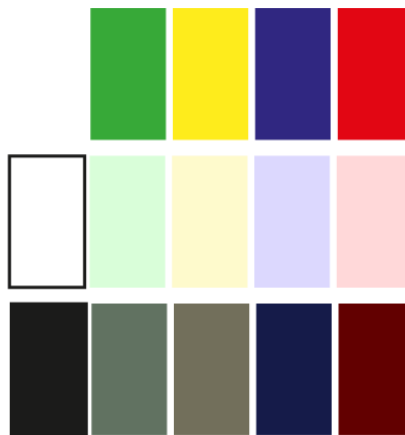
Figura 18. Octaedro y doble tetraedro de Höfler. (1905)



Figura 19. Colores de igual saturación y desaturados. Elaboración propia. (2016)



Lo mismo ocurre con los colores muy claros o muy oscuros, ya que sus umbrales de color se encuentran en niveles extremo, donde la identificación del color se hace más confusa. Por ejemplo en la primera fila de colores, estos son más fáciles de apreciar, ya que a pesar porque su color está más cercano a la pureza y esta característica resalta más, pero en el caso de los colores pasteles y oscuros, esta diferencia es más difícil de observar por que poseen una menor cantidad de color que ayude a diferenciarlo, este aspecto es fundamental para el daltonismo ya que en la presencia de mayor pureza de color menos dificultades tendrán para distinguir diferentes colores. (Bulat A., 2016)



*Figura 20. Colores primarios con aumento y disminución de brillo. Elaboración propia. (2016)*

Ahora, cuando se hablan de colores confusos, se suele pensar que corresponden solo al rojo y verde para las discromatopsias, pero la realidad, es que son ciertos colores, en ciertas condiciones los que tenderán a ser confundidos. (Bulat A., 2016) Estos colores, pertenecen a las rectas de confusión, graficados en el diagrama CIE, utilizado para presentar los resultados de los experimentos de mezcla de color ideado por la Comisión Internacional de Eclairage (CIE) 1931. (Working Group 41, 1981)

Las mezclas de dos cromaticidades pueden ser representadas por una línea recta que une el par de luces de la mezcla en el diagrama. Cada mezcla es un punto en la línea especificada por las cantidades relativas de los dos componentes de la mezcla. (Working Group 41, 1981)

Un observador dicrómata utiliza solo dos colores primarios para la generar el resto de los colores espectrales, por ejemplo, puede generar cualquier color espectral a partir de una mezcla de un primario azul (por ejemplo, 450 nm) y un primario de color rojo (650 nm). (Working Group 41, 1981)

Para ambos protanopes y deuteranopes, las rectas de confusión o isocromáticas se encuentra en el lugar del espectro entre 540 nm a 700 nm. (Working Group 41, 1981), es por esto que se dice que ambos defectos poseen confusiones de color que son cualitativamente similares a (Farnsworth, 1943). Las rectas de confusión correspondientes a tritanopes también pueden ser trazados en el (1931) x, y diagrama de cromaticidad CIE; sus líneas isocromáticas convergen en la esquina "azul" del diagrama, como se observa en la figura.

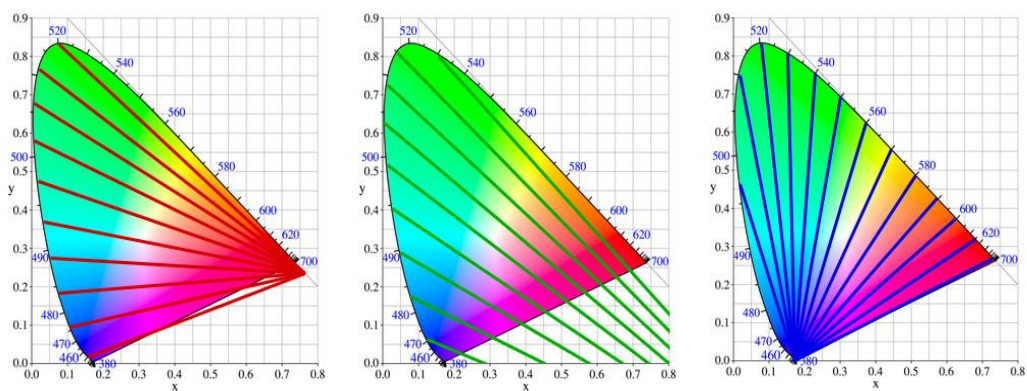


Figura 21. Rectas de confusión. **Desde la izquierda.** Protanopes, Deuteranopes y Tritanopes. CIE (1931)

Esta similitud es la base de muchas pruebas para defecto de color las cuales es su mayoría se construyen empíricamente, donde los colores son seleccionados sobre una base de prueba y error, y sólo aquellos que han demostrado tener una alta eficiencia de diagnóstico se conservan. (Working Group 41, 1981)

El procedimiento de ensayo y error es necesario porque el modo de superficie de presentación complica diseño, factores tales como la forma, tamaño, brillo, textura y brillo afectará a la lectura de muestras de color. Aquietamiento (1873) diseñó las primeras placas de pseudoisocromaticidad, a través de información obtenida a partir de dos ayudantes de color defectuoso (una ciega rojo-verde, el otro ciego azul-amarillo) y siguiendo la teoría del color de Hering (1964) de pares opuestos. (Working Group 41, 1981)

En un estudio realizado en Croacia, en 1995, llamado Early detection of inborn dyschromatopsias in preschoolers and young schoolchildren, Department of Ophthalmology, Zagreb University Clinical Hospital. Resaltan que la visión del color es uno de los factores más importantes de la visión humana. La detección temprana del mal funcionamiento del color de visión en los niños es de suma importancia, permitiendo a los padres y profesores que adopten medidas apropiadas y oportunas para la futura orientación profesional de los niños. En general, los datos obtenidos por la distribución de los resultados para los dos grupos de mayor edad (5 y 6 años) fueron consistentes con los encontrados en la literatura; por lo tanto, los autores proponen un examen temprano para la detección de cromatopsia innata a llevar a cabo en niños en edad preescolar, pero no antes de la edad de cinco años. (Working Group 41, 1981)

Birch J., (1993), genera una lista de colores de confusión, reuniendo información de diferentes autores, en donde las parejas o grupos de colores se tenderán a confundir se basan en colores opuestos, como lo indica la figura.

COLORES DE CONFUSIÓN	PROTÁN	DEUTÁN	TRITÁN
 Rojo/ naranja / amarillo/ verde	X	X	
 Café /verde	X	X	
 De blanco a verde	X	X	
 De blanco a rojo	X	X	
 Azul -verde/ gris/ rojo-púrpura	X		
 Verde/ gris/ rojo púrpura		X	
 Negro/ rojo	X		
 Negro/ verde		X	
 Violeta/ amarillo verde			X
 Rojo/ rojo- púrpura			X
 Azul oscuro/ negro			X
 Amarillo blanco			X

Figura 22. Lista de colores de confusión. Birch J. (1993)

Para realizar evaluaciones críticas de color, es fundamental considerar las condiciones en que el color se presenta, estas están relacionadas específicamente con el brillo del material, tamaño, de la muestra, ángulo de observador, fondo donde se evaluar el color e iluminación. La norma D-1729 (2003) Práctica estándar para la valoración de los colores y diferencias de color, de materiales opacos difusamente iluminados establece que:

- El tamaño preferido de las muestras es de aproximadamente 90 a 165 mm, si se utilizan los tamaños más pequeños, la precisión pueden reducirse.
- Según los test de visión de color, donde el objetivo es provocar confusiones, y poner a prueba la agudeza visual se observaron durante la revisión bibliográfica tamaños de muestra de color entre los 2 mm en 5 mm en placas pseudoisocromáticas y hasta 30 mm en los test de ordenación. (Jofré E., 2016)
- Se considerará el uso de la iluminación de la luz del día, simulada CIE D65.
- Se considera el observador estándar de la CIE 1964 a  $10^\circ$  de inclinación y 75 cm de distancia.
- En cuanto al color de fondo se considera el gris neutral L80, identificado durante la recopilación de antecedentes por ser, el color en que los niños autistas obtuvieron un mejor desempeño en la tarea de emparejamiento.
- Se consideran muestras de color de acabado mate, opaco, donde la incidencia de la luz no genere brillo, que inflencie la percepción del color

## 2.3 Referentes

En diseño es posible encontrarnos con diferentes propuestas que han buscado dar apoyo a la terapia de integración sensorial de niños autistas a través de diferentes propuestas enfocadas en el desarrollo del niño y su capacidad comunicativa, ya sea a través de espacios diseñados para promover la estimulación, u objetos que permitan desarrollar habilidades sensoriales, comunicacionales o para favorecer estados de calma en el niño, a continuación se presentan algunos ejemplos.

### **Diseño de mobiliario para terapia sensorial:**

Estudiantes del Tecnológico de Monterrey, diseñaron una línea de productos didácticos enfocados en niños autistas, utilizando la metodología centrada en el usuario a un precio accesible, considerando que la terapia de integración sensorial posee un alto costo y no existen apoyos económicos por parte del go-



*Figura 23. Sala y mobiliario para terapia sensorial. Alcántara R., (2016)*

bierno para ayudar a tratar a los niños autistas. El material producido se enfoca en el desarrollo de la motricidad fina y gruesa, imitación, estimulación visual e integración a la vida cotidiana. (Alcántara R., 2016)

## Autismo: Espacios Especiales. Manual de Diseño:

Diseñadoras de interiores, colombianas, generan un manual de diseño de espacios, centrado en los niños autistas, con el objetivo de dar a conocer las limitaciones sensoriales la cuales son percibidas 500% veces más que en las personas neurotípicas, organizándolas según tipología, y manifestaciones planteando soluciones posibles para compensarlas a través del tratamiento del entorno de manera que el niño no se sienta abrumado en espacios cotidianos como el hogar. (Pérez M., 2012)



Figura 24. Espacios Especiales. Manual de Diseño. Pérez M., (2012)

Basados en la optimización del espacio y utilizando recursos como el color, sonidos, climatización, del espacio siguiendo algunos aspectos, los cuales por medio de un diseño flexible variarían según la sensibilidad preferencias y características de cada niño de modo que el niño se sienta confiado e independiente. (Pérez M., 2012)

Planteando reglas generales como: mobiliario transparente, para que puedan visualizar su contenido, evitar estampados, ya que pueden representar un distractor potente, no utilizar colores fuertes porque estos pueden generar sobre estimulación y reacciones fóbicas.

### **Salas de estimulación sensorial Snoezelen:**

Estas salas responden al Método Snoezelen, definido en la década de los 70` y buscan por medio de un espacio sensorial, bienestar e integración sensorial a través de un estado de somnolencia y tranquilidad. (Método Snoezelen: Sistemas de estimulación sensorial. 2015)



*Figura 25. Sala sensorial: Método snoezelen: Sistemas de estimulación sensorial (2015)*

### **Touch - Play :**

Diseñado por Lingjing Yin y Mark Mckeague, busca generar una interfaz comunicacional entre los niños autistas no verbales y su medio, generando un dispositivo que graba y solo reproduce el sonido cuando el niño toca a otra persona. (Rodríguez A., 2015)



*Figura 26. Touch - play. Rodríguez A., (2015)*



## T. Jacket:

**Diseñado por** T.Ware en Singapur desarrolla una chaqueta que por medio de zonas inflables, simula la presión que ejerce un abrazo, se activa por medio de una aplicación de Smartphone, y fue diseñada pensando en la mejoría de la calidad de niños autistas que presentan problemas de sensibilidad, los cuales en situaciones de stress sensorial necesitan de contención o abrazos. (Cumm I. 2013)



Figura 27. T. Jacket. Cumm I. (2013)

## Built a Robot:

**Plan Toys Company,** desarrolla un juguete para estimular a niños autistas a identificar las emociones a través de cuatro cabezas intercambiables con las cuatro emociones básicas: Alegría; Sorpresa; Enfadado y Tristeza, donde el niño en la medida que reconoce las expresiones faciales desarrolla la motricidad, táctil, visual y auditiva, ya que también emite sonidos al realizar el intercambio de cabezas. Built a Robot. (Autismo diario., 2012)



Figura 28. Built a Robot. Un juguete diseñado para niños con Autismo recibe el premio "Good Design Award", autismo diario. (2012)

Como se puede observar, la intervención del diseño ha tomado parte en el proceso de integración sensorial del niño autista, desde diferentes escenarios, pero los antecedentes son claros, si el 86% de la población autista presenta problemas asociados a la visión, (OTEA, 2014) y los propios autores que testean a niños autistas para determinar un perfil sensorial y nivel cognitivo consideran que los métodos de escaneo no se ajustan al niño autista, entonces será labor del diseñador colaborar en esta tarea para una mejor comprensión del trastorno y futura intervención, en función de esto, surge la necesidad de identificar un referente que haya buscado alternativas a los test convencionales.

Se considera el trabajo de la doctora Ayres A., (1972) quien propone la teoría de integración sensorial, siendo pionera en desarrollar test para evaluar aspectos sensoriales por medio de dinámicas de juego flexibles que se ajustaran a las necesidades especiales de los niños autistas y el contexto donde se desarrollan, procurando que cada test, cuente con un objetivo determinado y la evaluación de una de muchas características sensoriales a la vez. (Ayres A., 2008)

Consideraba que los test ese entonces producían un sesgo, donde factores como la formato, donde y quien aplicaba el test determinaban el desempeño del niño en este. Postula que una terapia que tenga apariencia de juego, donde el niño se encuentre motivado, sin que se declare que es una intervención compleja basada en la neurociencia, será mucho más efectiva que los clásicos test estructurados enfocados a los padres, adultos y especialistas. (Ayres A., 2008)

El SIPT (Sensory Integration and Praxis Test), es un test diseñado para ser aplicado en niños entre 4 y 9 años y consta de 17 subtest que evalúan aspectos, visuales, táctiles, vestibulares y planificación motriz.

A partir del test es posible detectar y evaluar dificultades sensoriales del niño, para determinar la intervención que permitirá generar respuestas organizadas y adaptativas en mayor cantidad de circunstancias y entornos diferentes. (Ayres A., 2008)

Para que la intervención sea adecuada, es necesario contar con un entorno adaptada para que el niño pueda realizar avances desde lo conocido, para esto se plantean sugerencias especiales, como por ejemplo que el niño debe participar activamente y por medios de motivación que sean propios de sus intereses, debe ser flexible y adaptarse a las necesidades especiales de cada niño Participación activa y motivación intrínseca por parte del niño, deben ser tareas acorde al desarrollo del niño y especialmente, debe ser a través del juego. (Ayres A., 2008)

Considero para la construcción de un perfil sensorial del niño las posibilidades de registro y modulación sensorial, que les diera una orientación y posibilidades de reacción frente a estímulo y la discriminación e interpretación del input sensorial. (Mulligan, 2003)

La metodología empleada para desarrollar su test se basó en tres aspectos:

1. Revisión bibliográfica para identificar medidas perceptuales, prácticos y de motricidad que se veían afectados en adultos tras daño cerebral (apraxia, agnosia, afasia,...)
2. Estudio de métodos psicométricos estándar de evaluación en niños.
3. Análisis de factores

El resultado fueron un conjunto de material didáctico con el que terapeuta contaba para realizar diferentes apreciaciones sensoriales. Construido en madera y fichas para completar.



Figura 29. Test SIPT. Ayres A., (2008)



---

Capítulo III

# METODOLOGÍA



### III. METODOLOGÍA

La presente investigación posee un carácter cuantitativo, exploratorio, cuyas características permiten medir fenómenos, utiliza estadísticas, emplea experimentación y realiza análisis causa efecto. A través de un proceso secuencial, deductivo, probatorio que analiza la realidad de manera objetiva, posee bondades como generalización de resultados, control sobre fenómenos, precisión, réplica y predicción. (Hernández, R. et al, 2006)

#### 3.1 Pregunta de investigación.

¿Es posible desarrollar instrumento de escaneo de problemas de visión que se adapte a las necesidades especiales de niños autistas no verbales?

### 3.2 Operacionalización de variables

**Variable independiente:** Niños autistas no verbales entre 5 y 9 años.

**1) Definición factual:** El autismo es un trastorno estático del desarrollo neurológico que persiste toda la vida y que incluye un amplio margen de alteraciones conductuales.

**2) Definición operacional:** El autismo es un síndrome clínico, presente desde los primeros meses de vida y que incluye alteraciones en conducta, comunicación verbal y no verbal e interacción social y emocional anómala.

**a. Naturaleza de la variable:** Cualitativa nominal dicotómica.

**b. Nivel o escala de medición de la variable:**

- Si.
- No.

**c. Indicadores:**

**Si:** Ha sido diagnosticado con autismo no verbal / Tiene una edad comprendida entre 5 y 9 años.

**No:** No ha sido diagnosticado con autismo no verbal / No tiene una edad comprendida entre 5 y 9 años.

**Variable dependiente:** Desempeño.

**a. Naturaleza de la variable:** Cualitativa ordinal.

**b. Definición factual:** El desempeño implica el cumplimiento efectivo de las actividades y funciones inherentes a un cargo o trabajo.



**c. Definición operacional:** El desempeño se describe como un resultado de lo que el alumno está capacitado a hacer o producir al finalizar una etapa. No se evalúa al alumno, sino el resultado o el producto final que él ha construido

**a. Nivel o escala de medición de la variable:**

- Desempeño óptimo.
- Desempeño regular.
- Desempeño deficiente

**d. Indicadores:**

**Desempeño óptimo:** Clasifica todas las parejas de fichas siguiendo patrones de confusión. (Posibles problemas de visión de color, rojo- verde) / clasifica todas las parejas de fichas de colores iguales. Visión normal.

**Desempeño regular:** Clasifica la mitad de las parejas de fichas por color y abandona la actividad / clasifica la mitad de las fichas por color siguiendo patrones de confusión, abandonando la actividad posteriormente.

**Desempeño deficiente:** Clasifica las fichas por un factor indiferente al color / No clasifica /Abandona la actividad una vez comenzada sin realizar ningún tipo de actividad con las fichas.

### 3.3 Selección de muestra control y experimental.

Dentro de los distintos tipos de autismo existen variaciones en los niveles de funcionalidad y prevalencia, los cuales nos entregan referencias para determinar la muestra experimental del estudio, donde esta podría causar un mayor aporte e impacto producto de las necesidades no resueltas en el ámbito de la evaluación de color. Se descarta el trastorno Asperger, ya que sus habilidades comunicativas les permiten expresar sus preferencias verbalmente, en paralelo el síndrome de Rett, por excluir una parte importante de la población masculina, siendo esta la de mayor prevalencia donde 4 de cada 5 autistas son hombre. (Volkmar y cols., 2004), en el caso del TGD-NE y trastorno desintegrativo infantil aún no existen cifras e información necesaria para desarrollar un estudio de color cuantitativo, por lo tanto se define el universo muestral de autismo clásico expuesto anteriormente donde la cifra mundial es cercana a las 1300 personas (Chakrabarti S., et al 2005), con una predominancia masculina.

El TEA presenta una comorbilidad enfermedades asociadas, de las cuales para este estudio, se consideraron aquellas que influyen en la cognición, percepción, y comunicación de la experiencia visual que posee el niño, entre las que se distinguen: Disfunciones ejecutivas con una prevalencia cercana al 67%, trastornos del procesamiento visual con un 86% y trastornos del habla con un 45%. (Comin D., 2011)

Como se observó en el capítulo Percepción del color en autistas, del presente documento todos los experimentos y pruebas realizadas en autistas, se ha contado con una muestra general de adultos o niños verbales autistas de alto funcionamiento o Asperger, ya que pueden proporcionar una respuesta verbal sobre lo que observan, esta situación ha ido acrecentando la brecha con los niños autistas no verbales, donde sigue siendo un misterio

como procesan la información del color y si estos efectivamente ven o no en color, por esta razón y en colaboración con el Centro Alta especializados en TGD y autismo ubicado en la comuna de Maipú, y la escuela especial Hans Asperger de la comuna de la Florida, Santiago de Chile, se determinó trabajar con una muestra experimental de 20 niños autistas clásicos no verbales de ambos sexos entre 5 y 9 años, rango de clasificación etaria que se utiliza para la mayoría de los test de diagnóstico en niños autistas, como es el caso del Test ADOS, descrito anteriormente. Además como se pudo observar, los expertos, recomiendan la aplicación de test de visión de color, a partir de los 5 años, edad en la cual los niños han declarado el trastorno, deberían ser capaces de discriminar colores, e ingresan al sistema educacional básico.

Se determinó trabajar con niños no verbales por ser un aspecto común entre los autistas, observando que el habla está determinada por su nivel comunicacional y expresivo, siendo este aspecto el que determina brechas de comprensión aun mayor con respecto a lo que sucede con estos niños. Se considera que una intervención en un autista no verbal de temprana edad, donde las terapias recién ha comenzado como un sujeto correspondiente a un 5 % del percentil autista, considerando que este además de poseer problemas del habla posiblemente tendrá dificultades a nivel neurocognitivo y sensorial.

Para la construcción de las muestras de color del test, se contó con la colaboración de 5 individuos de ambos sexos, con problemas de visión de color, evaluados previamente por el test Ishihara, Neitz 20 y 45 años de edad, la edad no fue determinante para la selección de la muestra.

Para la validación de los colores identificados previamente por los sujetos con problemas de visión de color, se seleccionaron al azar sujetos de la facultad de economía y negocios de la universidad de Chile, considerando que una facultad donde el color no es un aspecto fundamental para el desarrollo de esta misma, podrían identificarse a través de un estudio ciego posibles sujetos con problemas de visión de color.

### 3.4 Perfil de un niño autista no verbal entre 5 y 9 años.

El perfil de un niño autista clásico no verbal de 5 a 9 años, en este estudio se construyó a partir de la información reunida durante en estudio bibliográfico, ya que no se pudieron utilizar herramienta de investigación como entrevistas y focus groups a los niños dada su limitación verbal.

De acuerdo a lo anterior se identifican las conductas típicamente descritas por diferentes autores y su correspondiente área afectada para construir una herramienta de observación, la cual será utilizada para la definición de los aspectos esenciales con los que deberá contar dicha intervención y las normas de Seguridad de los Productos de Consumo, apartado juguetes, creadas por La Comisión para Seguridad de los Productos de Consumo de los Estados Unidos (CPSC) del año 1995, donde se expresa:

- c) Los juguetes pintados no deben contener plomo u otro componente tóxico en su composición.
- d) Deben contar con un tamaño mínimo entre 1¼ pulgada (3 centímetros) de diámetro y 2¼ pulgadas (6 centímetros).
- e) Elementos como canicas, pelotas, monedas y juegos con pelotas de un diámetro inferior a 1,75 pulg. (4,4 cm)
- f) Deben ser resistentes a mordidas y golpes.
- g) No deben poseer bordes filosos, puntas, piezas pequeñas como ojos, ruedas o botones que se puedan desprender.

La tabla resultante se expone a continuación.

Factor	Conducta típicamente observada
<p><b>INHIBICIÓN DE RESPUESTA</b>  <b>AFECTA:</b> Capacidad de integrar la información para proporcionar una visión general y poner en contexto la realidad, y la capacidad de reprimir respuestas desadaptativas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se fija en las cosas que giran.</li> <li>- Tendencia a representar las realidades de forma fragmentada.</li> <li>- Dificultades para generar acciones de secuencias temporales.</li> <li>- Percepción literal.</li> <li>- Capacidad superior para discriminar objetivos de los distractores en tareas de búsqueda visual y tareas de búsqueda de serie.</li> <li>- Impulsividad.</li> </ul>
<p><b>FLEXIBILIDAD COGNITIVA</b>  <b>AFECTA:</b> Capacidad para generar sentido en la actividad, capacidad para aceptar cambios, capacidad generativa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esteriotipias y conductas repetitivas.</li> <li>- Obsesión por el orden y las simetrías</li> <li>- Baja tolerancia a la frustración y cambios de contexto.</li> <li>- Deseo de conservar los objetos de una cierta manera con tendencia hacia la organización, clasificación y acumulación de estos, por color, la geometría, o ambos.</li> <li>- Les atraen actividades como la observación de las propiedades mecánicas de objetos inanimados, los videojuegos, internet, rompecabezas, juegos de múltiples piezas que permitan realizar patrones geométricos.</li> <li>- Dificultad para generar nuevos comportamientos, durante una actividad.</li> <li>- Ausencia de espontaneidad e iniciativa</li> </ul>
<p><b>PLANIFICACIÓN MEMORIA DE TRABAJO</b>  <b>AFECTA:</b> Plazo y proyección. Vacio de acción funcional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abandonan actividades que posean etapas.</li> <li>- Corta memoria de trabajo y sin proyección.</li> <li>- Carencia de esquemas o dificultad para organizar secuencias activas en función de metas anticipadas.</li> <li>- Emisión de acciones sin propósito.</li> </ul>
<p><b>HABILIDADES MENTALISTAS</b>  <b>AFECTA:</b> Representaciones entales, empatía.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prefieren el juego solitario.</li> <li>- Prefieren dinámicas de exentas de carga emocional.</li> <li>- Escasa empatía y falta de juego simbólico.</li> <li>- Preferencia por las imagenes geometrías por sobre las imágenes sociales.</li> </ul>
<p><b>DESORDENES SENSORIALES</b>  <b>AFECTA:</b> Problemas de registro y modulación sensorial</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrabismo, miopía, visión focal, dificultades para realizar acomodación visual a diferentes distancias, problemas para distinguir imágenes en tres dimensiones, débil integración visuo - motora, problemas visuo - espaciales y fotosensibilidad.</li> <li>- Rechaza o se obsesiona por sentir texturas, colores formas, sabores y olores.</li> <li>- Se fija en las cosas que giran.</li> <li>- Sensible a ruidos o falsa sordera.</li> <li>- Atrae los objetos cerca de sus ojos.</li> <li>- Toca objetos por sus bordes.</li> <li>- Puede introducir objetos inapropiados a su boca.</li> <li>- Puede presentar dificultad para manipular objetos pequeños.</li> </ul>
<p><b>NORMAS DE SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS DE CONSUMO, APARTADO JUGUETES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los juguetes pintados no deben contener plomo u otro componente tóxico en su composición.</li> <li>- Deben contar con un tamaño mínimo entre 1¼ pulgada (3 centímetros) de diámetro y 2¼ pulgadas (6 centímetros).</li> <li>- Elementos como canicas, pelotas, monedas y juegos con pelotas de un diámetro inferior a 1,75 pulg. (4,4 cm).</li> <li>- Deben ser resistentes a mordidas y golpes.</li> <li>- No deben poseer bordes filosos, puntas, piezas pequeñas como ojos, ruedas o botones que se puedan desprender.</li> </ul>

### 3.5 Contexto de niños no verbales de escuelas especiales alta de la comuna de Maipú y Hans Asperger de la comuna de la florida.

Todas las pruebas realizadas en niños autista durante esta investigación fue realizada en colaboración con dos instituciones de educación especial, escuela especial Alta, de la comuna de Maipú, Santiago y centro de educación especial Hans Asperger, la primera cuenta con una educación Particular Subvencionada, con niños entre 5 y 13 años de edad atendiendo Necesidades educativas especiales (NEE), visuales, auditivas, intelectuales , trastornos motores, trastornos del espectro Autista, trastornos de comunicación y relación con el medio, posee una orientación laica, con un proyecto educativo enfocado en el desarrollo integral, ecológico, desarrollo Emocional.

Cuenta con 40 niños aproximadamente, repartidos en 5 cursos con 8 niños máximo por curso y dos educadoras diferenciales por cada uno el establecimiento cuenta además con una red de profesionales de apoyo como psicólogo y kinesiólogo con un programa de formación guiado a programa de orientación, convivencia escolar, educación de la sexualidad, promoción de la vida sana y actividades de acciones social. Fortalecido a través de actividades como baby fútbol, vóleibol, básquetbol, gimnasia artística-rítmica, ajedrez. En cuanto a la integración de padres y apoderados la escuela genera instancias de integración, recreación y esparcimiento, enfocadas en el aumento de la participación de estos en el proceso de evolución y aprendizaje de sus hijos en la escuela. En lo que refiere la infraestructura, la escuela se encuentra situada en un sector residencial, específicamente en una casa habitacional, ubicada en la comuna de Maipú, Santiago de Chile, modificada para prestar servicios de educación especial, posee cuatro salas de clases, una de terapia individual, una sala multiuso, sala de computación

con internet. (Guía completa de educación en Chile, 2015). El segundo corresponde al centro de educación especial Hans Asperger, es un centro particular subvencionado, con enseñanza especializada para autistas, posee alrededor de 30 niños entre 3 y 13 años, con un convenio de subvención escolar preferencial, y un proyecto educativo de desarrollo integral, artístico y de trabajo con los padres, apoyado en profesionales como psicólogo(a), profesor(a) de educación especial / diferencial y terapeuta ocupacional para atender niños con NEE como trastornos de comunicación y relación con el medio.

Conserva un énfasis de proyecto educativo con apoyo de padres donde se destaca el desarrollo integral, artístico, actividades de formación de acción social, actividades de integración, recreación y esparcimiento. Dentro de las actividades programáticas donde podemos destacar; baby fútbol, atletismo, básquetbol, gimnasia artística-rítmica, taller de artes plásticas. En lo que se refiere la infraestructura, la escuela se encuentra situada en un sector residencial, específicamente en una casa habitacional, ubicada en la comuna de La Florida, Santiago de Chile, modificada para prestar servicios de educación especial, posee cuatro salas de clases, una de terapia individual, una sala multiuso y patio de recreación. (Guía completa de educación en Chile, 2015)

Durante conversaciones con Dolores Sánchez C., Coordinadora Técnica Escuela Hans Asperger de la Florida, (Agosto 2016) surgieron por medio de sus palabras algunos aspectos a considerar que vinculan una realidad actual de desinformación sobre el autismo, falta de recursos, y la excesiva responsabilidad que actualmente dejan los padres a las escuelas especiales lo que la implicado que muchas veces el presente y futuro de estos niños sea dependiente de sus tutores o padres. Por una parte menciona que la actual desinformación, desamparo y falta de legislación del gobierno



hacia el autismo, la cual ha situado a este trastorno como una discapacidad invalidante, en vez de considerar sus capacidades especiales, tomándolos como base para un diseño universal, donde acciones tan simples subirse a un metro, no signifiquen una limitación para ellos producto de una descompensación por excesivos estímulos, o situaciones tan triviales como ir a un registro civil, o saberse su Rut para optar a un trabajo, limitando a estas personas a un ciclo eterno entre el hogar y la escuela. Considerado que el estado es incapaz de hacerse cargo de las implicancias y beneficios de un diseño universal.

Por otra parte destaca los bajos recursos con los que cuenta la escuela, y la falta de centros especializados en las diferentes comunas, donde el aumento de niños con esta condición aumenta cada día más.

### 3.7 Planificación

OBJETIVO	TAREA
<p><b>Definir</b> factores determinantes para la intervención de diseño en una prueba de escaneo de visión de color en función de características neurocognitivas y contextuales, de autistas clásicos no verbales entre 5 y 9 años.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión bibliográfica.</li> <li>2. Construcción de tabla de observación de perfil sensorial visual y tareas de función ejecutiva afectadas en niños autistas</li> <li>3. Identificación de perfil sensorial de un niño autista entre 5 y 9 años.</li> </ol>
<p><b>Caracterizar</b> los colores de confusión que permiten escanear la visión en pruebas del color de asociadas al rojo – verde en cuanto a tamaño de la muestra, acabado, saturación, tono e iluminación además de las condiciones necesarias del contexto de aplicación.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión bibliográfica.</li> <li>2. Construcción de paleta de colores confusos.</li> </ol>
<p><b>Validar</b> la selección de colores de confusión rojo – verde por personas diagnosticadas con problemas de visión de color</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reproducción de muestras de color en papel opalina y HD coated.</li> <li>2. Medición espectrofotométrica de las muestras de ambos papeles</li> <li>3. Selección de colores por parte de sujetos con problemas de visión de color.</li> <li>4. Estudio ciego, para identificar posibles problemas de visión de color.</li> </ol>
<p><b>Evaluar</b> la propuesta de diseño en función del desempeño de los niños autistas no verbales entre 5 y 9 años.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicar propuesta a 20 niños no verbales.</li> <li>2. Aplicar test Neitz a 20 niños no verbales.</li> <li>3. Comparar desempeño de ambas pruebas.</li> </ol>

Instrumento	Validación del Instrumento.
<p><b>Identificación de objetivos a través del emparejamiento de estímulo visual coincidente (color) a sujetos con problemas de visión del color asociado al rojo – verde.</b></p>	<p>Por medio de la comparación de los resultados obtenidos en los test certificados Neitz, FM-100 y experimento ciego con 30 sujetos, con identificación de sujetos con problemas de visión del color asociado al rojo – verde,</p>
<p><b>Identificación de objetivos a través del emparejamiento de estímulo visual coincidente (color) para autistas.</b></p>	<p>Por medio de la comparación del desempeño obtenido en la serie 2 y test Neitz realizada a 20 niños autista clásicos no verbales entre 5 y 9 años.</p>

## **3.12 Antecedentes experimentales de color y autismo**

### 3.12.1 Prueba Neutro

Previo a definir cómo serían las características propias de este nuevo formato, se realizan 2 pruebas de evaluación de visión cromática en autistas. La primera tenía como objetivo determinar si el color gris neutro que se utiliza por norma ASTM D1729, (2016) "El entorno, el área del campo visual que rodea las muestras, será del color Munsell N6 (L=60) / ó N7 (L=70) / para la evaluación crítica de color", facilitarían a autistas de igual manera que a neurotípicos en esta tarea. Para esto se establecieron 5 grises neutrales L60, L65, L70, L75 y L80, calibrados y medidos a través de espectrofotómetro Xrite, con los cuales se pintaron 5 canvases donde posteriormente se realizarían las pruebas evaluación crítica de color.

El color utilizado para realizar las comparaciones fue azul puro, más 2 tonos más de azul, con diferenciación de 0.4 ptos) realizados a través de la adición de blanco, quedando un tono puro, uno medio y uno más claro, con el cual se pintaron 2 fichas circulares de 10 cm de diámetro en MDF, de cada uno de los colores. En la prueba cada niño debía identificar el par de cada ficha y agruparlos, esta tarea se repitió 5 veces por niño, por cada uno de los canvases de gris neutro, la prueba posteriormente se repitió con una muestra de niños neurotípicos igualados en cantidad y rango etario. Los resultados muestran que en el caso de las pruebas en niños con TEA se pudo observar una tendencia hacia la clasificación correcta de las fichas utilizando el fondo gris L80, (7 de 8 niños evaluados), en contraste con una media de entre 4 y 5 niños que acertaron para el resto de los grises. En el grupo de sujetos neurotípicos se identificó un alto acierto para el gris L= 80, 75, 65, con aciertos de 7/8 con todos los colores, destacándose el L60 (8/8) y L70, (8/8) los cuales ya están predefinidos por expertos como neutros para

la evaluación crítica de color. Los resultados sugieren que efectivamente la identificación de pequeñas diferencias de color estaría mermada en los niños autistas, ya que fue en los fondos de mayor luminosidad donde lograron clasificar las fichas de manera correcta.

### 3.12.2 Test Neitz

El test Neitz, se aplica a 20 niños autistas no verbales con el objetivo de corroborar la información otorgada por Matthews B., (2016) y de obtener un punto de comparación con las pruebas experimentales.

El test se administró considerando las recomendaciones del especialista, donde la instrucción entregada al niño, era contornear con el dedo la figura observada, contar con el apoyo de su profesora diferencial, control ambiental, y de corta duración (15 minutos por niño). Los resultados de la prueba mostraron que de los 20 niños evaluados solo 4 lograron completar el test, 6 lo realizaron parcialmente y 10 no pudieron realizarlo. El bajo desempeño en el test indicaría que aún el test cambiando su modo de administración, por sus características morfológicas no se ajusta a las demandas que exige el espectro para realizar este tipo de pruebas, se sugiere que los niños podrían presentar una dificultad asociada a la identificación de cada plato de puntos grises como un conjunto, y a su vez otro subconjunto dentro de los 9 platos, además al estar compuesto con solo puntos grises y de un color que forma la figura geométrica, este podría que leen los puntos de manera independiente o fragmentada.

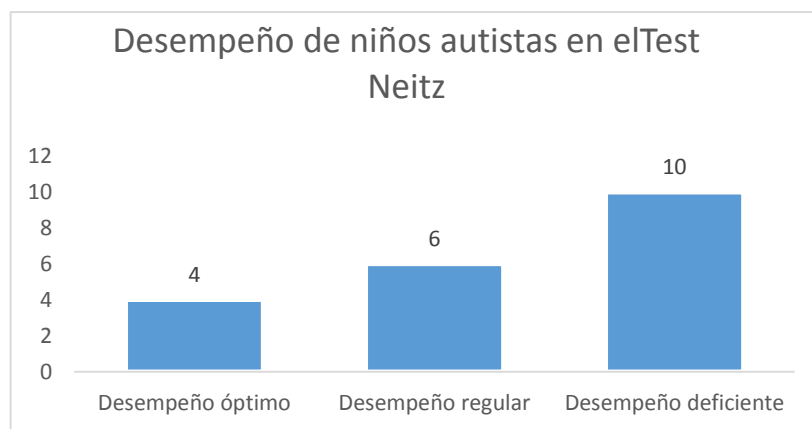


Figura 33. Desempeño de autistas en Test Neitz. Elaboración propia (2016)

### 3.12.3 Identificación y selección de colores de confusión.

El objetivo de esta prueba es identificar los colores de confusión de manera empírica a través de sujetos con problemas de visión de color asociados al rojo – verde, quienes clasificaron muestras de color impresas, definidas a partir de la caracterización realizada en el marco teórico, en donde se explicita que los colores se tenderán a confundirse bajo ciertas condiciones de luz, saturación y tono.

A través del software Adobe Illustrator CS5, modo RGB documento en color, 300 ppp trama, colores RGB básico se fija en el 100% de saturación fuera de rango, más la mezcla de primaria, secundaria y terciaria, a continuación, se realiza corrección por defecto, para mantener los colores en la gama.

Para genera los colores de confusión inicialmente se baja la saturación en un 45, 30 y 15% de la paleta de colores, además de un aumento en el brillo al 85% en los colores obtener colores pastel. Consiguiendo un total de 4 paletas de 29 colores cada uno. (116 colores en total).

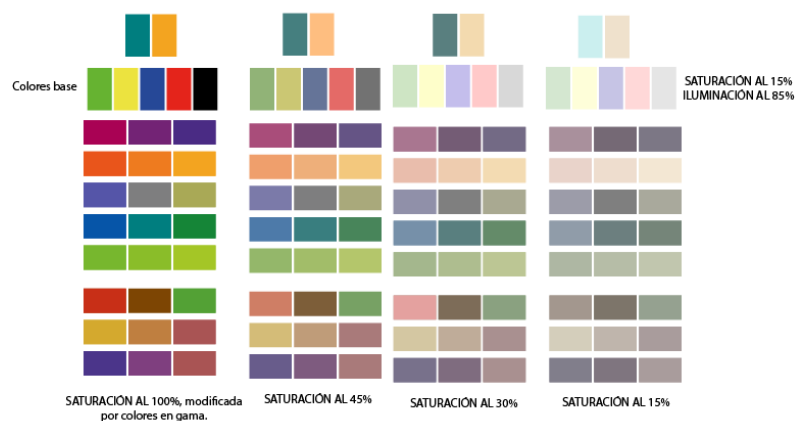


Figura 34. Paleta de colores previo a la selección de sujetos con problemas de visión de color. Elaboración propia. (2016)

Para asegurar la reproducción y fidelidad de color en un entorno físico, se opta por imprimir en dos tipos de papel mate (HD y Opalinae) en impresora y plotter. Más tarde, la desviación del color con respecto al formato digital se comprueba midiendo el delta e con el espectrofotómetro Xrite, los resultados demuestran que el color obtenido en la reproducción en papel HD, posee un delta menor que los obtenidos en el papel Opalina mate, con respecto al valor digital, como se muestra en la siguiente figura.

Color	Digital			Opalina			HD			$\Delta e$ D/O	$\Delta e$ D/HD
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*		
Rojo	60,045	47,444	24,130	65,33	39,01	8,27	57,16	33,54	11,03	<b>18.7244</b>	<b>19.3198</b>
Naranja	61,245	28,946	26,869	67,92	25,92	8,69	59,20	22,08	12,77	<b>19.6007</b>	<b>15.8147</b>
Café	47,723	2,902	12,268	58,09	6,46	0,32	48,59	3,86	0,59	<b>16.2138</b>	<b>11.7493</b>
Verde	54,598	-20,736	13,918	56,48	-15,10	3,42	55,50	-12,46	7,43	<b>12.0629</b>	<b>10.5546</b>
Gris	53,585	0,252	-0,592	63,40	4,05	-10,19	53,11	0,75	-9,97	<b>14.2436</b>	<b>9.4032</b>
Gris azulado	52,117	-6,651	-2,916	57,54	-3,80	-11,24	52,89	-4,50	-9,14	<b>10.3357</b>	<b>6.6304</b>
Amarillo	77,202	-13,402	78,092	78,00	-3,41	60,86	73,74	-0,63	68,10	<b>19.9354</b>	<b>16.5816</b>
Verde amarillo	78,734	-20,761	41,754	78,53	-15,19	30,83	76,37	-11,32	39,49	<b>12.2642</b>	<b>9.9923</b>
Rosado	88,755	12,187	3,501	87,33	14,30	-12,29	85,17	8,05	-4,93	<b>15.9953</b>	<b>10.0523</b>
Celeste	92,331	-11,217	-4,844	88,42	-3,37	-16,51	87,37	-6,55	-9,24	<b>14.5934</b>	<b>8.1066</b>
Blanco	91,293	0,388	-0,913	91,14	5,89	-17,25	90,80	2,99	-12,76	<b>17.2393</b>	<b>12.1394</b>

Figura 35. Medición espectrofotométrica de muestras de color en papel Opalina y HD y sus respectivos delta e. Elaboración propia. (2016)



Después de seleccionar el método más preciso para la reproducción del color (impresión Full HD) se procede a la simple clasificación de muestras de color mediante la búsqueda de parejas del mismo color. 5 sujetos (4 hombres, 1 mujer), entre 20 y 45 años con diagnóstico previo de Ishihara y prueba Neitz con problemas de visión color rojo - verde.

Los colores obtenidos se compararon con los que pertenecen a la prueba de Ishihara, y Munsell, corroborando que los colores seleccionados por los sujetos del estudio se encuentran dentro del área de confusión protán, deuterán y tritán.

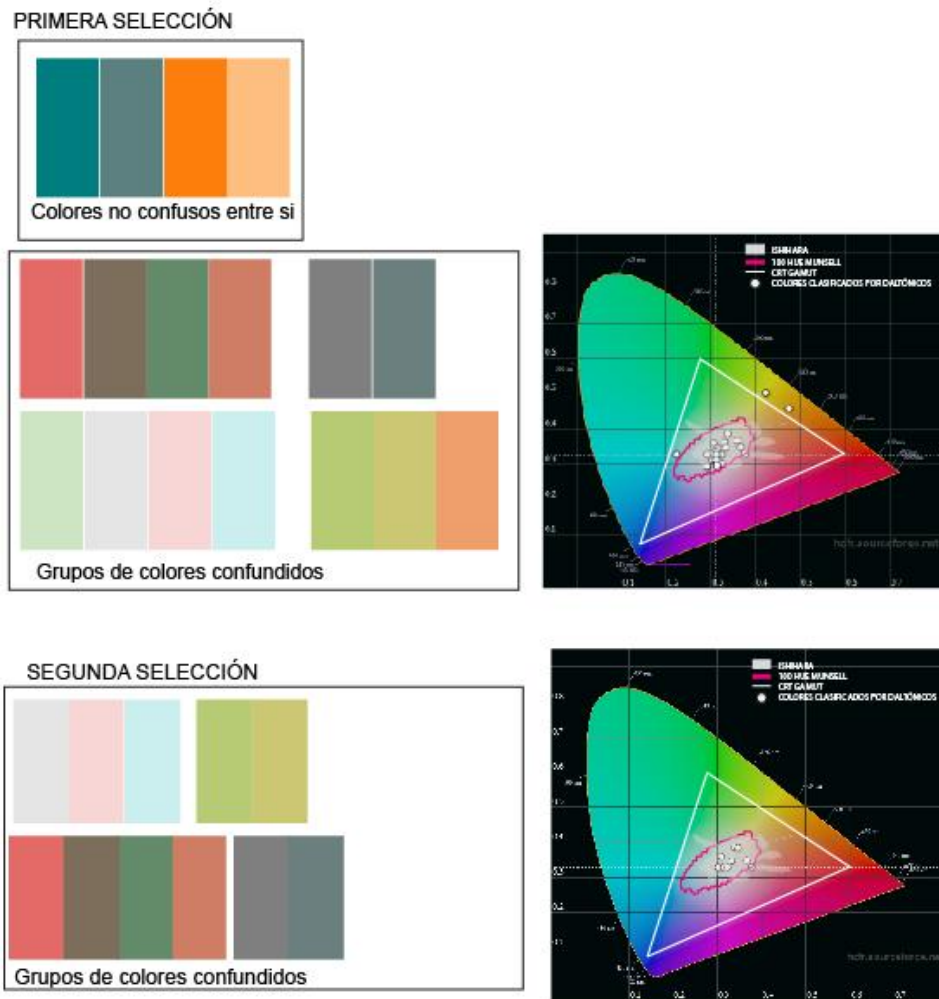


Figura 36. A la izquierda colores seleccionados en la primera y segunda instancia por sujetos con problemas de visión de color. A la derecha, colores de confusión de test Ishihara, Munsell y pruebas experimentales. Elaboración propia. (2016)

A partir de lo anterior se repite la selección, ahora solo con los colores confusos, donde se descartan aquellos que poseen demasiada proximidad en tono y los que se alejan más del área de confusión, reduciendo de 116 a 21 y 13 (11 de confusión y 2 de no confusión), colores respectivamente.

La nominación simple de colores por parte de los sujetos experimenttales, no fue constante, observando una tendencia hacia la nominación de rojos, verdes, y anaranjado como café, colores pasteles y gris claro con blanco, y azul petroleo como gris, además se observó la nominación de verde amarillo como verde y anaranjado como.

Los resultados muestran que los 5 sujetos que clasificaron las muestras de color, agruparon sistematicamente bajo los mismos patrones.

Durante el desarrollo del estudio ciego, se identificaron 4 sujetos con problemas rojo – verde, resultados contrastados con los obtenidos a través del Test Neitz, e FM –Munsell como lo muestran la figuras.

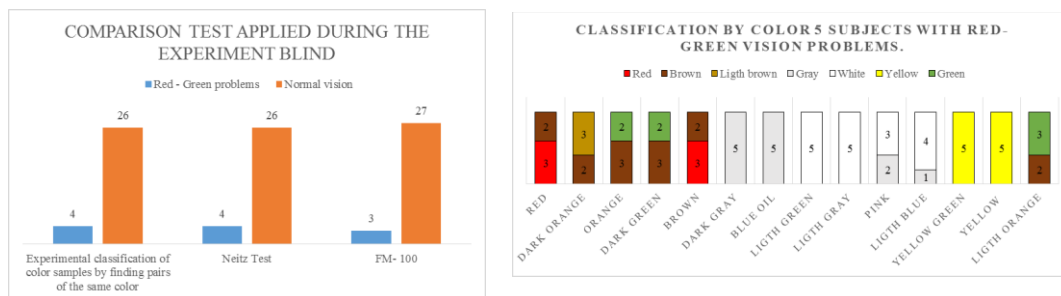
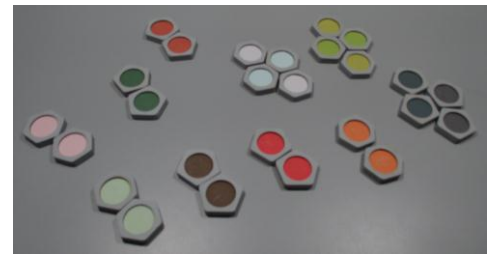
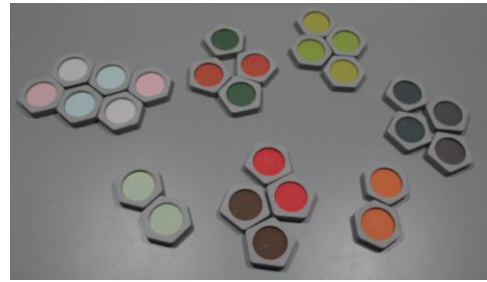


Figura 37. A la izquierda comparación de resultados de 3 test. Prueba experimental, Test Neitz, y FM - 100. A la derecha, nominación de colores por parte de sujetos con problemas de visión de color.

Los anteriores, podrían ser indicios de que es posible determinar colores de confusión y patrones, de forma empírica siguiendo las condiciones básicas para construir un color confuso. Este hecho sugiere que los colores obtenidos podrían ser utilizados para el desarrollo futuro de test de escaneo de visión de color, donde los requerimientos de diseño del mismo se enfocarían en el formato de presentación y metodología de aplicación del test.



*Figura 38. Agrupación de colores por parte de sujetos con visión de color defectuosa. Elaboración propia. (2016)*

### 3.1.4 Conclusiones

Los resultados expuestos, podrían ser indicios de que es posible determinar colores de confusión y patrones, de forma empírica siguiendo las condiciones básicas para construir un color confuso. Este hecho sugiere que los colores obtenidos podrían ser utilizados para el desarrollo futuro de test de escaneo de visión de color, donde los requerimientos de diseño del mismo se enfocarían en el formato de presentación y metodología de aplicación del test.

Se propone a partir de la misma, evaluar los colores variando su iluminación, (adición de blanco o negro) ya que en este estudio, la iluminación se dio por defecto del programa y solo se controló el color y saturación, los colores pasteles se eligieron solo en los colores básico y de no confusión para generar una base de pastel y evaluar como clasificaban estos. Además, durante este estudio, la variedad de violetas y azules, al desaturarse, daban un salto al gris, coincidiendo los tonos, por lo cual, se propone en una futura investigación reevaluar los tonos azules y violetas de manera independiente, a través de la variación de iluminación. El experimento en su etapa inicial pretendía evaluar tanto problemas del rojo – verde como azul amarillo, pero esto no fue posible ya que no se identificó ningún sujeto con estas características, por lo cual la investigación quedó centrada a la evaluación de colores de confusión para rojo- verde.

Los sujetos con problemas de visión de color, coincidieron en los patrones de confusión tendiendo a confundir los mismos colores.

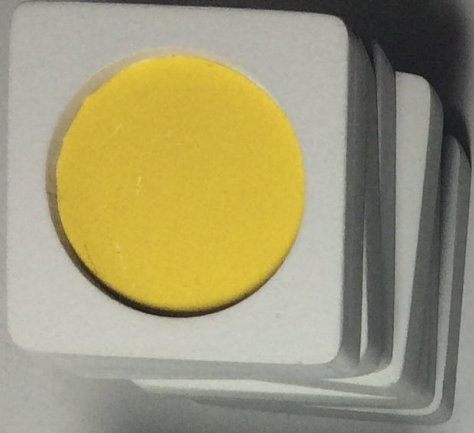
Se podría deducir que la cantidad de confusiones determinaría la gravedad del problema de visión de color, diagnóstico que no se declara durante esta investigación, ya que requeriría un análisis más preciso a través de la opinión de un especialista y anomaloscopia para comparar.

Los patrones de confusión identificados durante este experimento, coinciden con los principios de confusión, encontrados durante la investigación bibliográfica, donde los casos de estudio describían confusiones directas con el rojo, verde y café, problemas para reconocer diferencias entre colores pasteles.

La identificación de colores confusos a través del emparejamiento, podría servir como una herramienta que permita a quien sufre de estos problemas poseer un conocimiento concreto de los colores que puede llegar a confundir a diferencia de los otros test, en que un especialista declara que tipo de defecto del color posee







---

Capítulo IV

# INTERVENCIÓN DE DISEÑO





## 4.1 Decisiones de diseño

La información bibliográfica recopilada sirve para construir un perfil autista en base a como registran y modulan la información (trastornos sensoriales), y la interpretan (funciones ejecutivas). Con esta información es posible tomar la decisión de optar por una dinámica de emparejamiento de estímulos coincidentes en este caso color, dadas las dificultades típicas asociadas a la inflexibilidad cognitiva y habilidades mentalistas que generan conductas estereotipadas y exentas de carga emocional, como la clasificación u organización de los objetos (Firth U. et al, 1991).

### TRASTORNOS SENSORIALES

### FUNCIONES EJECUTIVAS

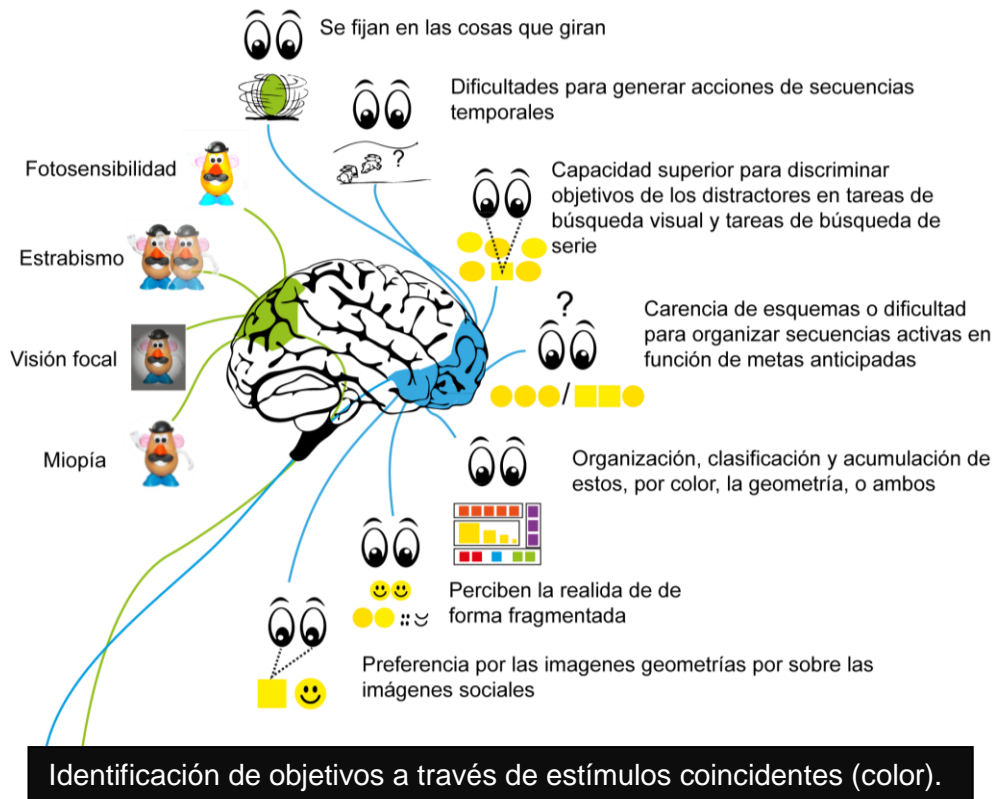


Figura 39. Factores neurocognitivos y sensoriales que afectan la percepción visual de un niño autista. Elaboración propia. (2016)

Esta característica por ende, se potenciaría al utilizar figuras geométricas básicas, las cuales según la evidencias, preferirían por sobre las imágenes sociales. (Pierce K., 2010)

Además a la edad comprendida entre 5 y 9 años, estas deberían estar asimiladas si el niño ha sido insertado al sistema educacional. Esta dinámica, por ende, estimula de manera natural, los intereses propios de los niños autistas, posibilitando la capacidad de escaneo de la visión del color, sin que los niños sientan la presión de estar contestando un test psicofísico.

Las fichas fueron construidas en base a tres láminas de MDF, de 3 mm de ancho, las cuales se pegan y pulen, previo a pintar con gris L80, mate, bajo un formato de forma poligonal extruida y bordes redondeados, de 50 mm cuadrado por 9 mm de alto y porción de color circular interior concéntrica de 3 cm de diámetro, simétrica por ambos lados, las cuales variarían en función de tres dimensiones estimulares básicas (forma, color y número) para medir a través de 3 preguntas de respuesta condicionada cuál de las 3 series experimentales demuestra un mejor desempeño entre ella y el test Neitz.

Posteriormente se le agrega la porción de color a través de muestras impresas y recortadas de papel HD de colores confusos previamente seleccionados. Con las cuales se generar dos series experimentales.

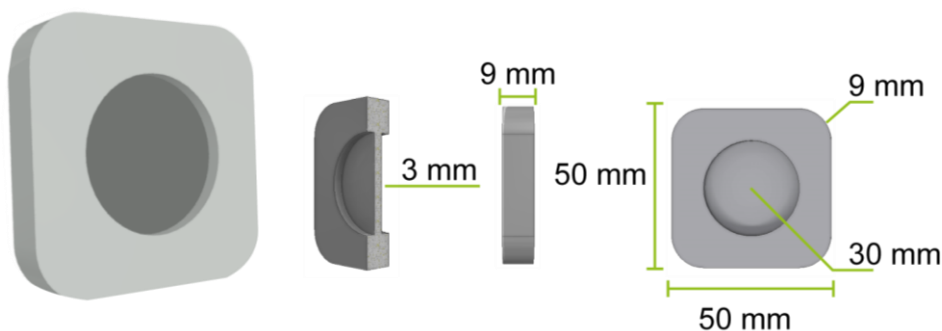


Figura 40. Forma y dimensiones generales de las fichas. Elaboración propia. (2016)

## 4.2 Series experimentales

En la primera serie se utilizaron fichas de 6 figuras geométricas, (círculo, triángulo, cuadrado, rectángulo, pentágono, hexágono) (16 de cada figura), (28 colores diferentes, 47 parejas posibles, 94 fichas), donde cada set de figuras geométricas evaluaba un aspecto particular necesario para escanear la visión de color; 1 de entrenamiento (círculos), 4 de evaluación rojo - verde, (cuadrados, rectángulo, pentágono, hexágono) 1 de evaluación azul – amarillo (triángulos).

SERIE 1:



Figura 41. Esquema de fichas pertenecientes a la serie 1. Elaboración propia. (2016)

Esta tenía como objetivo aplicar cada set a los niños de manera secuencial, partiendo por el de entrenamiento (círculos), el cual permitiría la entrega de instrucción al del niño de ordenar por color, para pasar posteriormente a los otros set que evaluaban visión de color, la instrucción se entregaría a través de la fichas por medio de ejemplos donde el instructor agruparía por color (que no son confusos), hasta que el niño comprendiera y se pudiera dar paso al siguiente test.

La primera serie fue aplicada a 8 niños autistas no verbales, los cuales permitirían entregar una idea general de los factores que se deberían mejorar en una segunda serie, aplicable a una población mayor.

Los resultados indican que esta primera serie no obtienen un buen desempeño general, donde solo un niño logró completar la tarea de realizar los 47 emparejamientos, 1 la completo parcialmente agrupando entre 20 y 28 parejas. 6 niños obtuvieron un desempeño deficiente, de los cuales 4, lograron 11 parejas, 1 menos de 20 y 1 menos de 5.

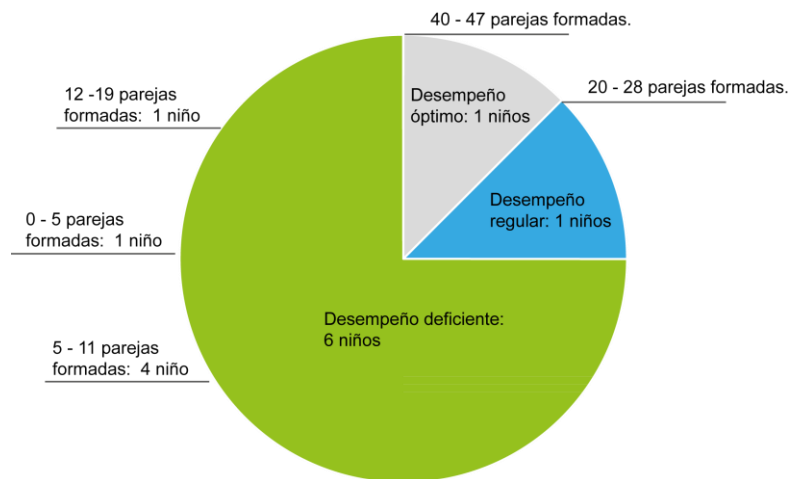


Figura 42. Desempeño de niños autistas no verbales en la serie 1 en función de la cantidad de parejas formadas. Elaboración propia. (2016)

La posible explicación a los bajos resultados, podría estar dada por diferentes factores que influyeron en la motivación y atención que mermaron la actividad. Estas podrían estar relacionadas con ciertas conductas observadas durante el proceso de testeo, donde se observó a 1 niño haciendo girar las fichas, circulares, echándoselas a la boca, o dejando la actividad abandonada después de haber realizado el test de entrenamiento, por lo que utilizar etapas donde la instrucción sigue siendo la misma, pero cambian las figuras geométricas, probablemente represente una dificultad para el niño.

Además durante esta serie, la instrucción fue otorgada por la diseñadora, cuestión, que según (Ayres A., 2008), podría haber generado un efecto negativo por encontrarse incomodos frente a un extraño.

En cuanto al entorno donde se aplicó la prueba, esta no fue controlada, ya que se realizó en el patio del colegio, (lugar probablemente que asocian con ruidos y movimiento), donde existían múltiples distractores como juegos, cama elástica, etc., factor que podrían haber influido en el abandono de la tarea.



Figura 43. Imágenes de niños durante la serie 1. Elaboración propia. (2016)

Considerando las observaciones de la primera serie se propone una segunda, disminuida en cantidad de colores y figuras geométricas. Esta se construye utilizando los 11 colores seleccionados a través de sujetos con defectos de visión de color, reduciendo la cantidad de fichas de 94 a 22, y de 47 a 11 parejas posibles, tomando en cuenta que esta cifra obtuvo mayor número de coincidencias, en la serie 1.

Se conserva la figura cuadrada, por ser básica, una de las primeras que se les enseñan a los niños y simétrica en todos sus lados, facilitando el reconocimiento de esta por parte de los niños, a diferencia de pentágonos y hexágonos o rectángulos y cuadrados que podrían generar confusión por su similitud. Los círculos son descartados, porque en si generan una distracción por su capacidad de giro, lo cual podría sacar al niño de la tarea encomendada. Los triángulos, que representaban el set de análisis tritán, se descarta, pues no se identificaron sujetos con este defecto que pudieran seleccionar colores de confusión.

El test de entrenamiento, también es descartado de la serie 2, ya que este estaba constituido por figuras geométricas y colores diferentes al resto de la serie, (solo 2 colores), lo que generaría un posible sesgo, donde no se podría establecer con certeza si entendieron o no la instrucción cuando pasaran al siguiente, ya que representaría un cambio de contexto, el cual dificultaría la comprensión de la instrucción. La serie 2 se presenta como se muestra a continuación:

**SERIE2:**

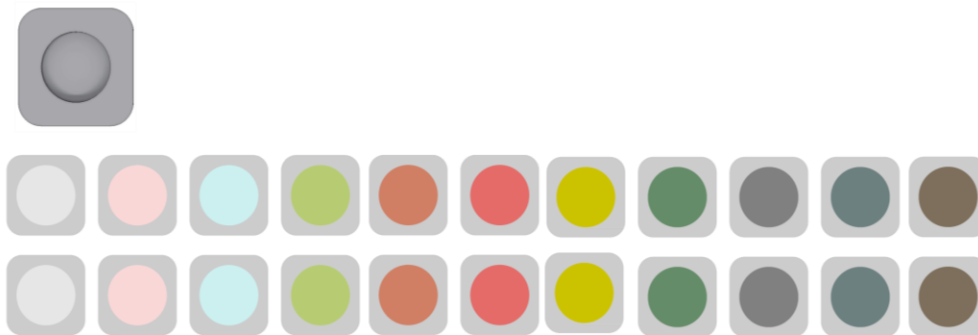


Figura 44. Esquema de fichas pertenecientes a la serie 2. Elaboración propia. (2016)

La instrucción y el entorno por otro lado, también es modificado, procurando, que esta vez sea un contexto familiar, con una iluminación semicontrolada y exenta de distractores. El lugar escogido fue la oficina de la directora, lugar que ella propuso por ser uno dentro de la escuela que los niños reconocen como familiar pero más calmado, a diferencia de las salas de clases o el patio. Ordenándola de modo tal que no existieran grandes distractores alrededor, como computador, teléfono, libretas, entre otras.

La instrucción por otro lado, ya no sería entregada por la diseñadora, si no que por la codocente o docente, que diariamente les hace clases a cada niño, quien fue entrenada previamente, para entregar la instrucción de manera flexible, donde ellas decidirían cual sería la forma más adecuada de presentarle la tarea en función de las dificultades de cada niño.

Estas instrucciones fueron generadas a partir de recomendaciones planteadas por las profesoras y los consejos de Riviere A., (2008) y Ayres A., (2008), para favorecer el entendimiento de una instrucción.

Por otro lado se organizan las fichas según patrones de confusión de modo, que la presentación de estas a los niños, sea más evidente si confunden los colores.

Posterior a la identificación del par, se plantean diferentes alternativas para el destino de las fichas, las cuales variarían según las preferencias y dificultades que presente el niño frente a demasiados estímulos.

Así por ejemplo, si el niño se distrae con facilidad, la fichas no serán vistas todas simultáneamente, si no que se presentaran de a tríos. Si el niño posee control de la inhibición de estímulos, se le permite decidir cómo organizar las fichas post emparejamiento, observado decisiones como organización lineal y en torres. A continuación se muestra el esquema de cómo se plantearon las instrucciones según cada niño.

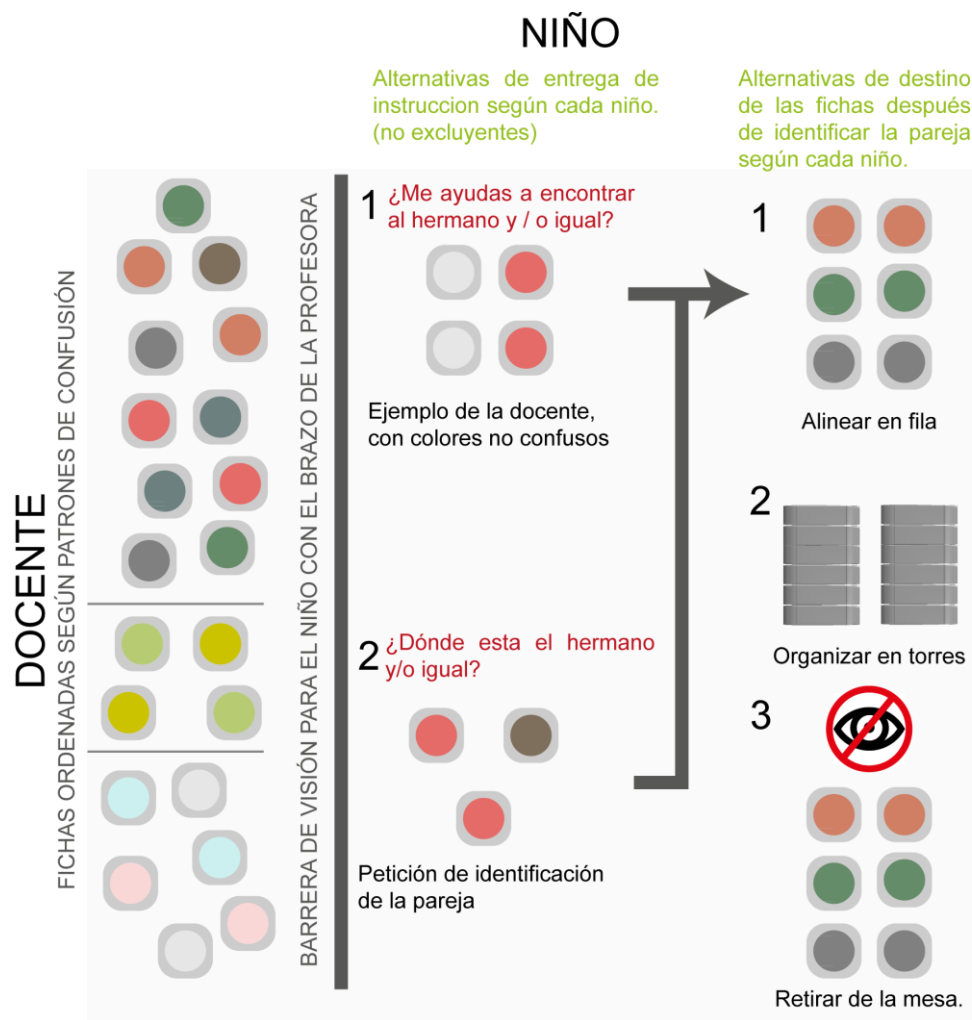


Figura 45. Esquema de entrega de instrucción en serie 2. Elaboración propia. (2016)



### 4.3 Resultados

Los resultados en la segunda serie mejoran considerablemente, obteniendo un desempeño total de 20/20, donde todos los niños completan la tarea, dentro de estos 6 fueron identificados con problemas de visión de color como se muestra en la siguiente figura.

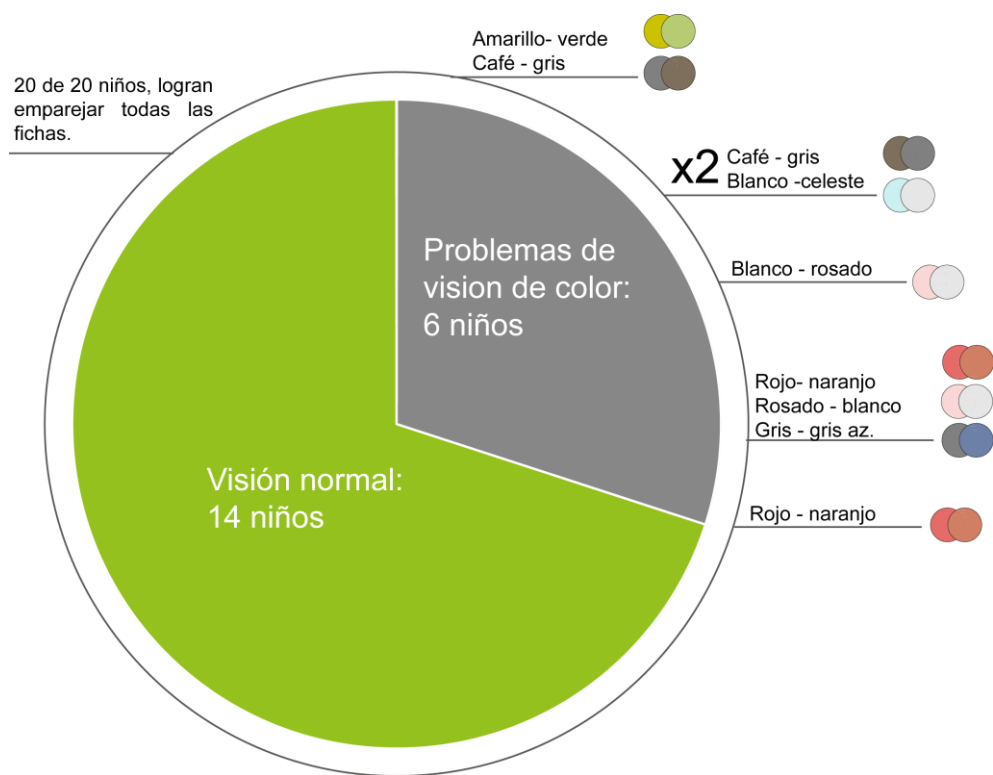


Figura 46. Gráfico de desempeño y confusiones observadas durante la aplicación de la serie 2.

En los resultados es posible observar que los colores confusos coinciden en parte de los patrones identificados por la selección de muestras realizada por sujetos con defectos de la visión de color, sin embargo no se identifica ningún patrón donde se confundan directamente un rojo con un verde, naranja con verde o café con alguno de los anteriores, patrones constantes durante la selección de muestras.

Cabe destacar que uno de los patrones observados que no corresponde a los observados en los sujetos con problemas de visión de color, fue la mezcla de café con gris, el cual fue confundido por tres niños, también se destaca la confusión de rosado con blanco y naranja con rojo que fueron confundidos por 3 niños. Además se observa la presencia de la misma confusión en gemelos idénticos autistas y la capacidad de clasificar correctamente las parejas en un niño que no se sabía los colores, según datos entregados por la directora Dolores Sanchez. (2016)

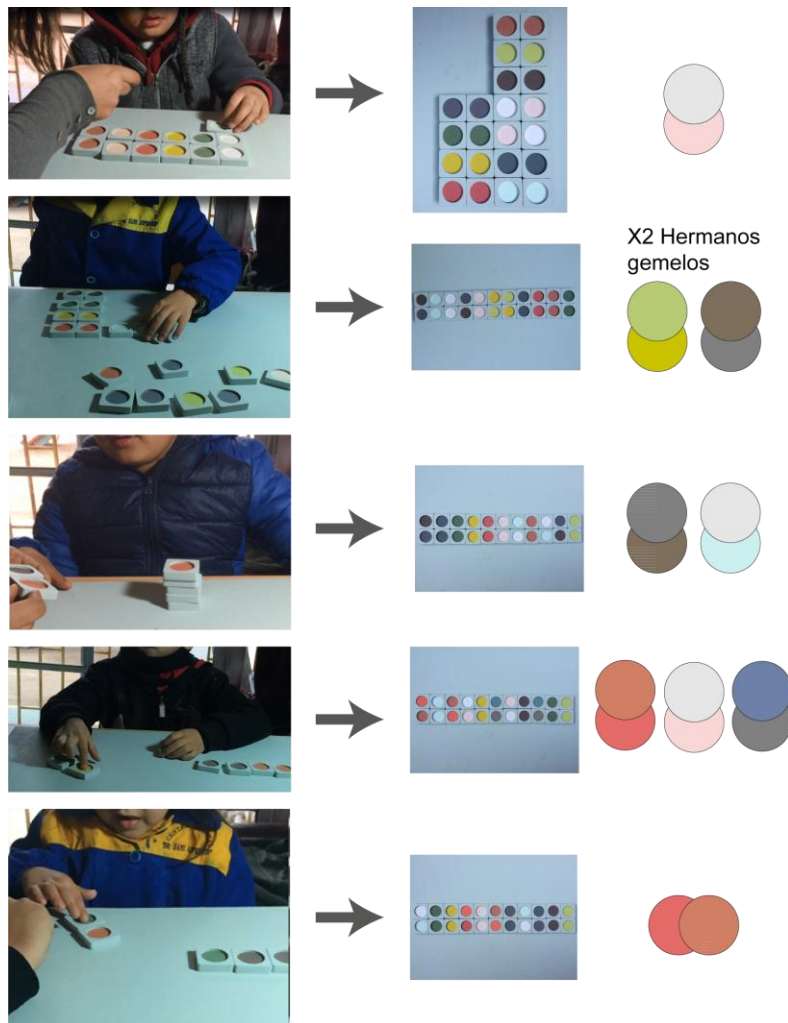


Figura 47. Confusiones observadas durante la aplicación de la serie 2. Elaboración propia. (2016)

Si establecemos ahora una comparación entre el test Neitz y la serie dos en cuanto a desempeño y capacidad de tarea lograda, observamos que en el primero los resultados alcanzaron solo a 4 niños, en cambio en la serie 2, fue posible que todos la realizaran.

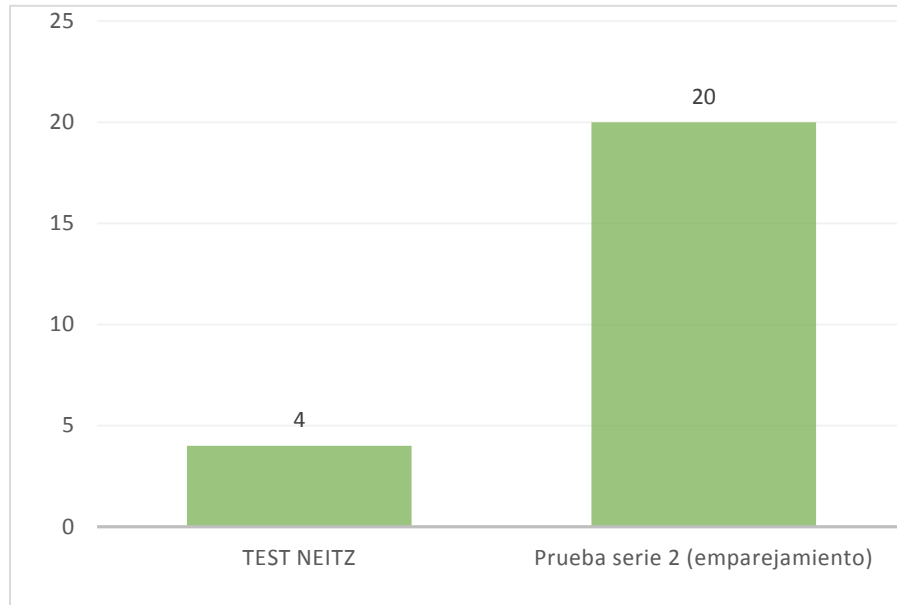


Figura 48. Comparación de desempeño serie 2 con Test Neitz. Elaboración propia. (2016)



## 4.4 Conclusiones

- La comparación del desempeño entre la serie 1 y 2 y la serie 2 con el test Neitz, comprueba que el formato y forma en que se plantea la instrucción a niño autista, influye en su desempeño.
- La decisión de diseño en función de las características particulares de los niños autistas, fueron según los resultados asertivas.
- Las confusiones observadas durante la serie 2, podrían indicar 2 posibilidades:
  1. Poseen un defecto de visión de color asociado al rojo- verde, pero es de carácter leve, donde la confusión radica en los colores más desaturados o iluminados.
  2. Las confusiones café - gris, (3 niños) rosado – blanco (3 niños), naranja - rojo (3 niños) , gris – gris azulado (1 niño), blanco - celeste (1 niño) y verde – verde amarillo (1 niño), podrían suponer un posible defecto de visión de color, asociado a una visión pobre de este, como lo mencionaba Paron-Wildes A. (2005)
- Niños que aún no se saben los colores, pueden ser capaces de identificar las parejas, valiéndose de un estímulo coincidente, lo que no significa que estos sepan que lo que están clasificando son colores.
- La presencia de la misma confusión en gemelos idénticos autistas, podría ser un indicador de herencia genética.

## 4.5 Discusión

Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un instrumento para evaluar la visión del color en niños autistas, una vez cumplido el objetivo es posible vislumbrar posibles explicaciones sobre los resultados.

El hecho de que entre los 6 niños se identificaran diferentes confusiones, donde se observaron, 1, 2 o 3 tipos de confusión al mismo tiempo por niño, podría sugerir que el defecto visual, se encontraría más presente en unos más que otros.

Si niños que aún no se saben los colores son capaces de clasificar las fichas, podría sugerir factibilidad de aplicarla a poblaciones de menor edad.

Suponiendo que este proyecto se basó en el perfil de un niño autista, no verbal, los cuales poseen rasgos que son comunes en el resto de los trastornos TGD como visión fragmentada, capacidad superior en la identificación de objetivos y conductas estereotipadas como la organización y clasificación, se proyecta que este formato pueda ser utilizado al resto de la población TGD, que posean menos dificultades.

Este formato, no es el definitivo, pero la herramientas de observación diseñadas para identificar los factores de incidencia en pruebas de este tipo, podría ser la base para generar nuevas propuestas que permitieran evaluar otros aspectos de la visión del color, como por ejemplo las preferencias y obsesiones, evaluar posibles confusiones asociadas al azul – amarillo. O evaluar la capacidad de discriminación cromática en todo el círculo de color.

Existen todavía grandes incertidumbres sobre el procesamiento visual en niños autistas y las implicancias que este puede tener sobre el niño en su desarrollo. Los nuevos hallazgos sobre la visión del color en autistas son interesantes y de importancia teórica, pero es necesario replicarla en poblaciones de mayor número, para reconocer si estos se siguen presentando y realizar seguimiento para saber si estas evolucionan o empeoran con la edad.

## 4.6 Sobre el aporte del diseño y proyecciones

Esta investigación, no solo busca otorgarle valor al diseño, como tal, sino que busca mostrar un precedente sobre la necesidad de adaptar el entorno, para que este sea apto para cualquier persona, donde neurotípicos como autistas puedan comunicarse.

Diseñar en base a un perfil con carencias específicas ligadas a la percepción y comunicación, puede resultar una herramienta de diseño inclusivo, donde no se diseña “para” los autistas, si no que se diseña “desde” los autistas, permitiendo utilizar formatos simplificados al resto de la población infantil o adulta.

Queda demostrado al aplicar la serie dos en neurotípicos, con y sin problemas de visión de color, que la intervención posee un carácter universal.

Estrictamente, el diseño puede ser aporte de manera colaborativa, en la elaboración de test de diagnóstico para autismo y problemas sensoriales generando intervenciones de interfaz de usuario que favorezcan la comunicación entre autistas y su medio, y la comprensión de estos para su futura intervención.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Alcántara R. (2016) Desarrollan línea de material didáctico y muebles para niños con autismo. Revisado en <http://www.ultra.com.mx/noticias/puebla/Local/108930-desarrollan-linea-de-material-didactico-y-muebles-para-ninos-con-autismo.html>
2. American Psychiatric association (2010) DSM IV, Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Recuperado de <http://www.psicomed.net/dsmiv/dsmiv1.html#4>
3. Artigas Pallarés J. (2001). «Las fronteras del autismo». Revista de Neurología Clínica 2 (1): 212. Consultado el 12 de marzo de 2014.
4. Artigas J.M., Pujol J. (1995). Óptica Fisiológica. Psicofísica de la Visión. Interamericana McGraw-Hill, p.217-237.
5. Artigas J.M., Pujol J. (1995). Óptica Fisiológica. Psicofísica de la Visión. Interamericana-McGraw-Hill, pp.217-237.
6. Artigas J.M., Capilla P., Pujol J. (2002). Tecnología Del Color; pp.299-327.
7. Autismodiario.org (14 de abril de 2014). Entrevista a Ricardo Canal, experto en los trastornos del espectro autista. Recuperado de <https://autismodiario.org/2009/04/14/entrevista-a-ricardo-canal-experto-en-los-trastornos-del-espectro-autista/>
8. Ávila Chaurand R., Prado León L. R., González Muñoz E. L. (2001). Dimensiones antropométricas de población latinoame-

ricana: México, Cuba, Colombia, Chile. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, División de Tecnología y Procesos, Departamento de Producción y Desarrollo, Centro de Investigaciones en Ergonomía. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/DA2/5/5.1.2.pdf>

9. Ayres, AJ (2006). La integración sensorial y el niño.
10. Ayres AJ (2008). La integración sensorial en los niños. Desafíos sensoriales ocultos.
11. Ayres A. J. (2013) INTEGRACION SENSORIAL y Análisis Praxis (SIPT). Recuperado de <http://childrenstherapy.org/sensory-integration-praxis-tests/>
12. Baranek G.T., David F.J., Poe M.D., Stone, W.L., and Watson, L.R. (2006). Sensory Experiences Questionnaire: discriminating sensory features in young children with autism, developmental delays, and typical development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, pp 591–601.
13. Benesch H. (2009). Atlas de psicología (Vol. 2). Ediciones AKAL. Recuperado de [https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=o1BrT73f\\_gYC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Atlas+de+Psicolog%C3%ADa,+Volumen+1,Hell-muth+Benesch,+2009.&ots=iSfEaoS6CP&sig=T6WEunbD77Y344viqYMjA3iAaEs#v=onepage&q=Atlas%20de%20Psicolog%C3%ADa%2C%20Volumen%201%2CHellmuth%20Benesch%2C%202009.&f=false](https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=o1BrT73f_gYC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Atlas+de+Psicolog%C3%ADa,+Volumen+1,Hell-muth+Benesch,+2009.&ots=iSfEaoS6CP&sig=T6WEunbD77Y344viqYMjA3iAaEs#v=onepage&q=Atlas%20de%20Psicolog%C3%ADa%2C%20Volumen%201%2CHellmuth%20Benesch%2C%202009.&f=false)
14. Birch J. (1993). *Diagnosis of Defective Colour Vision*. Butterworth Heinemann; pp.28-32.

15. Birch J. (1993). Diagnosis of Defective Colour vision Paperback.
16. Birch J. (1997). Clinical use of the City University Test. Ophthal. Physiol. Opt., pp. 466-472.
17. Boucher J. (2007). Memory and generativity in very high functioning autism A firsthand account, and an interpretation. Autism, pp 255-264. Recuperado de <http://aut.sagepub.com/content/11/3/255.short>
18. Bulat A. (2016). Why Color Blindness is No Longer a Problem for Web Design. Revisado en <http://www.templatemonster.com/blog/designing-colorblind-friendly-website/>
19. Catalán M., Marín D., Orti M (Septiembre 2009) Diseño de un test psicofísico para la detección de anomalías cromática. Gaceta Óptica, O.C. nº 18.956.
20. Centro para el control y la Prevención de Enfermedades (2016), Trastorno del Espectro Autista. Signos y síntomas. Recuperado de <http://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/autism/signs.html>
21. Comin D. (2012) El autismo afecta 5 veces más a los varones ¿Por qué? Autismodiario.org (9 de abril del 2012) Recuperado de <http://autismodiario.org/2012/04/19/el-autismo-afecta-5-veces-mas-a-los-varones-por-que/>
22. Cotter S. A., LEE D. Y., & French, A. L. (1999). Evaluation of a New Color Vision Test:" Color Vision Testing Made Easy (R)". Optometry & Vision Science, 76(9), 631-636. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10498004>

23. Coronel Carvajal C. Síndrome de Rett (2002). Un nuevo reto para los pediatras. Revisión bibliográfica; pp 162-167.
24. Cumm N. (8 de julio 2013) T.JACKET. Revisado en. <http://www.decollagedesign.com/sin-la-t-jacket/>
25. Dawson M. (2004) The Misbehaviour of Behaviourists. Ethical challenges to the Autism-ABA industry. (en inglés). [http://www.sentex.net/~nexus23/naa\\_aba.html](http://www.sentex.net/~nexus23/naa_aba.html)
26. Dawson M; Soulières, I; Gernsbacher, MA; Mottron, L (2007 Aug). «The level and nature of autistic intelligence». Psychol Sci, pp 657-62.
27. De la Riva J. A., & Fraile M. (2006) Trastorno de autismo y Discapacidad Intelectual. Recuperado de [http://www.feaps.org/biblioteca/sindromes\\_y\\_apoyos/capitulo03.pdf](http://www.feaps.org/biblioteca/sindromes_y_apoyos/capitulo03.pdf)
28. Del Moral Orro G., Pastor Montaña MA, Sanz Valer P (2013). Marco teórico de integración sensorial al modelo clínico de intervención. p 25. Revisado en: <http://www.revista-tog.com/num17/pdfs/historia2.pdf>
29. Echeveste, R. S. (2011). Percepción sensorial en niños autistas (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Cuyo). Recuperado de <http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/316/>
30. Ekert, M., Bujger, Z., & Cerovski, B. (1995). Early detection of inborn dyschromatopsias in preschoolers and young schoolchildren. Ophthalmologica, pp 242-247. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8570145>
31. Fairchild M.D. (2005). Color Appearance Models.

32. Foster D.H. (1991). Inherited and Acquired Colour Vision Deficiencies: Fundamental Aspects and Clinical Studies, pp.98-140.
33. Franklin A., Sowden, P., Burley, R., Notman, L., & Alder, E. (2008). Color perception in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007/s10803-008-0574-6>
34. Frith, U. (1989). Autism: Explaining the enigma. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1348/026151003322277801/full>
35. Frith U., & Frith, C. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, pp 459-473. Recuperado de [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Interaccion\\_personaordenador/Interaccion\\_personaordenador\\_\(Modulo\\_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Interaccion_personaordenador/Interaccion_personaordenador_(Modulo_3).pdf)
36. Frith U., Bernardos, M. N., & Gómez, Á. R. (2004). Autismo: hacia una explicación del enigma. Alianza editorial. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=291351>
37. Frye D., Zelazo P. D., & Palfai T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development*, pp 483-527. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0885201495900241>
38. Gegenfurtner K.R., Sharpe L.T. (1999). Color Vision, From Genes to Perception, pp.4-51.

39. Gómez G. (11 de junio de 2010), Hallazgo que acerca a la causa del autismo. [bbc.com. http://www.bbc.com/mundo/ciencia\\_tecnologia/2010/06/100610\\_autismo\\_mas\\_genes\\_men.shtml](http://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/06/100610_autismo_mas_genes_men.shtml)
40. Griffin, E. M., Pennington, B. F., Wehner, E. A., & Rogers, S. T. (1999). Executive function in young children with autism. *Child Development*, 70(4), 817-832. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10446722>
41. Guía Metropolitana de Santiago. Colegios de educación especial autismo (2015), revisado en <http://guia-metropolitana-de-santiago.colegiosenchile.cl/educacion-especial-autismo/CENTRO-DE-EDUCACION-ESPECIAL-HANS-ASPERGER-la-florida-metropolitana-de-santiago-i26262.htm>
42. Hervás A., Maristany M., Salgado M., Sánchez Santos L. (2012) Los trastornos del espectro autista. Recuperado de <http://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2012/xvi10/04/780-794%20T.autism.pdf>
43. Hughes, C., Russell, J., & Robbins, T. W. (1994). Evidence for executive dysfunction in autism. *Neuropsychologia*, pp 477-492. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0028393294900922>
44. Idiazábal Aletxa M. A., & Boque Hermida, E. (2007). Procesamiento cognitivo en los trastornos del espectro autista. *Rev Neurol*, 44 (Supl 2), S49-51. Recuperado de [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42904322/articulo\\_atencion\\_ninos\\_autistas\\_.pdf?AWSAccessKeyId=AKI-](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42904322/articulo_atencion_ninos_autistas_.pdf?AWSAccessKeyId=AKI-)

[AJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1470274535&Signature=vSA9ZodVGLNyrDTuFjk8T3WUCxg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DArticulo\\_atencion\\_ninos\\_autistas.pdf](#)

45. Kaiser P., Boynton R. (1998). Human Color Vision. Optical Society of America; p.93-128 Andrew Stockman, Lindsay T. Sharpe. Human cone spectral sensitivities: a progress report. Vision Research; pp 3193–3206.
46. Leekam, S.R., Nieto, C., Libby, S.J., Wing, L., and Gould, J. (2006). Describing the Sensory Abnormalities of Children and Adults with Autism. Journal of Autism and Developmental Disorders, pp 894–910
47. Lillo Jover J. (1996) Test Tida, TEA, S. A. Ediciones. Recuperado de <https://daltonpeople.wordpress.com/category/dalton/test/tida/>
48. Lopez, B., Donnelly N., Hadwin J., & Leekam S. (2004). Face processing in high-functioning adolescents with autism: evidence for weak central coherence. Visual Cognition, pp 673-688. Revisado en <https://autismodiario.org/2013/03/18/alinean-los-ninos-con-autismo-sus-juguete-siguiendo-patrones-matematicos/>
49. López E. (2012). Visión de colores. Discriminación cromática del ojo humano. Revisado en <http://oftalmologia-avanzada.blogspot.cl/2012/09/vision-de-colores-discriminacion.html>
50. Lord C., Luyster R.J., Gotham K. y Guthrie W. (2015) Escala de Observación para el Diagnóstico del AUTISMO-2. Recuperado

de [http://www.web.teaediciones.com/Ejemplos/ADOS-2\\_extractoWEB.pdf](http://www.web.teaediciones.com/Ejemplos/ADOS-2_extractoWEB.pdf)

51. Ludlow A. (2013) Visual factors in autism spectrum disorders. Recuperado de [http://ot.kenthouse.com/uploads/articles/cet-2013/nov\\_15\\_c\\_34006\\_visual\\_factors\\_in\\_autism\\_spectrum\\_disorders\\_.pdf](http://ot.kenthouse.com/uploads/articles/cet-2013/nov_15_c_34006_visual_factors_in_autism_spectrum_disorders_.pdf)
52. Ludlow, A. K., Heaton, P., Hill, E., & Franklin, A. (2014). Color obsessions and phobias in autism spectrum disorders: The case of JG. Neurocase. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13554794.2013.770880#aHR0cDovL3d3dy50YW5kZm9ub-GluZS5jb20vZG9pL3BkZi8xMC4xMDgwLzE-zNTU0Nzk0LjIwMTMuNzZwODgwQEBAMA>
53. Mandal A. (14 de junio de 2014), Historia del autismo. News-medical.net. Recuperado de [http://www.news-medical.net/health/Autism-History-\(Spanish\).aspx](http://www.news-medical.net/health/Autism-History-(Spanish).aspx)
54. Martos Pérez J., & Paula-Pérez I. (2011). Una aproximación a las funciones ejecutivas en el trastorno del espectro autista. Revista de Neurología, pp 147-153. Recuperado de [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31397623/Una\\_aproximacion\\_a\\_las\\_funciones\\_ejecutivas\\_en\\_los\\_trastornos\\_del\\_espectro\\_autista.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTN-PEA&Expires=1470280055&Signature=tksG3CM9ZGWD73S4pfZ0wR2yFbg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DIsabel\\_Paula\\_2011\\_.Una\\_aproximacion\\_a\\_l.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31397623/Una_aproximacion_a_las_funciones_ejecutivas_en_los_trastornos_del_espectro_autista.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTN-PEA&Expires=1470280055&Signature=tksG3CM9ZGWD73S4pfZ0wR2yFbg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DIsabel_Paula_2011_.Una_aproximacion_a_l.pdf)



55. Martos Pérez J., Paula Pérez I. (2011). Una aproximación a las funciones ejecutivas en el trastorno del espectro autista, revisado en <http://www.neurologia.com/pdf/Web/52S01/bfS01S147.pdf>
56. Medina P. (2012) Autismo en Chile ¿Cuántos somos, qué hacemos, dónde estamos? Recuperado de <https://autismodiario.org/2012/07/24/autismo-en-chile-cuantos-somos-que-hacemos-donde-estamos/>
57. Melcón D. y Gallego-Casilda C. (2004) Estudio clínico de la percepción del color aplicando el test TCCOI. Recuperado de <http://fundacionvisioncoi.es/TRABAJOS%20INVESTIGACION%20COI/3/TEST%20TC-COI.pdf>
58. Método Snoezelen: Sistemas de estimulación sensorial (2015) Revisado en. [http://www.metodosnoezelen.com/?page\\_id=78](http://www.metodosnoezelen.com/?page_id=78)
59. Ministerio de Educación (2008) Guías de apoyo técnico-pedagógico: necesidades educativas especiales en el nivel de Educación Parvularia. Recuperado de <http://portales.mineduc.cl/usuarios/edu.especial/File/GuiaAutismo.pdf>
60. Ministerio de Educación de Chile (2010), Manual de apoyo a docentes: Educación de estudiantes que presentan, Trastornos del espectro autista, coordinación general del proyecto. Recuperado de <http://www.centroleokanner.cl/archivos/manual.pdf>
61. Ming X., Brimacombe M., Wagner G.C (2007). Prevalence of motor impairment in autism spectrum disorders. Brain & Development; pp 565–570, revisado en <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bd81e3a09ab6c3cee040010164012ac2.pdf>

62. Miyahara E. (2008). Errors reading the Ishihara pseudoisochromatic plates made by observers with normal colour vision. Clin Exp Optom, pp.161–165.
63. Mollon J.D., Pokorny J, Knoblauch K. (2003). Normal & Defective Colour Vision; p.273-406.
64. Moya Rosendo D. y Matesanz García B. (1972). La teoría de la integración sensorial.
65. Norma ASTM D1729-96 (2016), revisado en [http://www.grafitec.com/archivos/e\\_1e.pdf](http://www.grafitec.com/archivos/e_1e.pdf)
66. Norma D-1729 (2003). Práctica estándar para la valoración de los colores y diferencias de color, de materiales opacos difusamente iluminados, ASTM International, West Conshohocken. Revisado en: <http://marron-co.com/marron/PAINT%20STANDARD/ASTM%20%20PAINTS/0601/D1729.pdf>
67. OMS (Enero de 2016), Datos y cifras: Trastorno del Espectro Autista. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs438/es/>
68. Orellana Lizana, D. A. (2012). Dificultades en la detección temprana de los trastornos del espectro autista. Revista Electrónica de Psicología. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/epsicologia/epi-2012/epi124a.pdf>
69. Otea (2014). Problemas visuales en niños (con y sin autismo): signos y síntomas. Revisado en <http://otea.blogspot.es/1406112019/problemas-visuales-en-ninos-con-y-sin-autismo-signos-y-sintomas/>

70. Ozonoff S., Pennington B. F., & Rogers S. J. (1991). Executive function deficits in high-functioning autistic individuals: relationship to theory of mind. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, pp 1081-1105. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7610.1991.tb00351.x/abstract>
71. Papazian O., Alfonso I., & Luzondo R. J. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de neurología*, 42(3), 45-50. Recuperado de <http://www.neurologia.com/pdf/Web/42S03/uS03S045.pdf>
72. Paron Wildes A. (2005) Sensory Stimulation and Autistic Children. Recuperado de [http://www.informedesign.org/news/apr\\_v06r-pr.pdf](http://www.informedesign.org/news/apr_v06r-pr.pdf)
73. Pérez P. (2012). Diagnóstico diferencial entre el trastorno obsesivo compulsivo y los patrones de comportamiento, actividades e intereses restringidos y repetitivos en los trastornos del espectro autista. Revisado en [http://www.elsevier.es/es-revista-revista-psiquiatria-salud-mental-286-articulo-diagnostico-diferencial-entre-el-trastorno-S1888989112001681?redirect-  
New=true](http://www.elsevier.es/es-revista-revista-psiquiatria-salud-mental-286-articulo-diagnostico-diferencial-entre-el-trastorno-S1888989112001681?redirect-<br/>New=true)
74. Pérez Reyes M. (14 diciembre, 2012) *Autismo: Espacios Especiales. Manual de Diseño de* Karenny Güílamo y Carmen Ariza. Revisado en. <http://hoy.com.do/manual-de-diseno-de-interiores-en-ninos-autistas/>
75. Perner, J., & Lang, B. (1999). Development of theory of mind and executive control. *Trends in cognitive sciences*, 3(9), 337-

344. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364661399013625>
76. Pierce K., Ph.D. Archives of General Psychiatry, Sept. 6, 2010; Journal of Child Psychology and Psychiatry, September 2010.
77. Pokorny J., Smith V.C., Guy Verriest, A.J.L.G. Pinckers (1979). Congenital and Acquired Color Vision Defects. Current Ophthalmology Monographs, pp.83-135.
78. Pokorny J., Collins B., Howett G., Lakowski, R., & Lewis, M. (1981). Procedures for testing color vision. NATIONAL RESEARCH COUNCIL WASHINGTON DC COMMITTEE ON VISION. Recuperado de [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK217818/pdf/Bookshelf\\_NBK217818.pdf](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK217818/pdf/Bookshelf_NBK217818.pdf)
79. Reza M. (2012). Efectividad de las terapias conductuales en los trastornos del espectro autista. Recuperado de <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-disposition&blobheadername2=cadena&blobheadervalue1=filename%3DEfectividad+de+las+terapias+conductuales+en+los+trastornos+del+espectro+autista.pdf&blobheadervalue2=language%3Des%26site%3DPortalSalud&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352812946917&ssbinary=true>
80. Rivière A. (2001). Tratamiento y definición del espectro autista I: Relaciones sociales y comunicación. Tratamiento y definición del espectro autista II: Anticipación, flexibilidad y capacidades

- simbólicas. A. Rivière, y J. Martos (comps.). El tratamiento del autismo. Nuevas perspectivas, pp. 61-160.
81. Rodríguez A. (El 11, nov 2013) TOUCH-PLAY, diseño para personas con autismo. Revisado en. <http://www.deidigital.com/touchplay-diseno-para-personas-con-autismo/>
82. Rubio C. G., & Llario, M. D. G. (2012). Intervención psicoeducativa en necesidades específicas de apoyo educativo. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=577592>
83. Rusell J. (1997). El autismo como trastorno de la función ejecutiva. Recuperado de <https://books.google.cl/books?id=hu61x8NngEcC&pg=PA115&pg=PA115&dq=juego+individual+en+ni%C3%B1os+autistas&source=bl&ots=OjKjwY0SaN&sig=93ZVsU-Ca-POPc6jSjToso-mtK2q4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjxgIOU3ZLOAhXDvZAKHSQQCEYQ6AEIPDAC#v=onepage&q=juego%20individual%20en%20ni%C3%B1os%20autistas&f=false>
84. Ruta L., Mugno D., Genitori D'Arrigo V., Vitiello B., Mazzone L. (2009). Obsessive compulsive traits in children and adolescents with Asperger syndrome. European child & adolescent psychiatry, pp.17-24. Revisado en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00535160/document>
85. Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (1996). Metodología de la investigación. Edición McGraw-Hill. Recuperado de <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.docu->

ments/38758233/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006\_ocr.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1469574212&Signature=s%2FFk1PpeVGY54mbfE%2FBDQ84H7BI%3D&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSampieri-et-al-metodologia-de-la-investi.pdf

86. Scott FJ, Baron Cohen S, Bolton P, Brayne C. (2002) The CAST (Childhood Asperger Syndrome Test). Preliminary development of a UK screen for mainstream primary-school-age children. *Autism*.
87. Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F. E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision research*, pp. 2705-2739. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698909003563>
88. Solanlly Ochoa Angrino, Ilian Cruz Panesso (2007). Wisconsin card sorting test en el estudio del déficit de atención con hiperactividad, trastornos psiquiátricos, autismo y vejez. Revisado en <http://www.redalyc.org/pdf/647/64760315.pdf>
89. Steffenburg S. (1991). Neuropsychiatric assessment of children with autism: a population-based study. *Dev Med Child Neurol*; pp 495-511.
90. Stuss D. T., Levine B., Alexander M. P., Hong, J., Palumbo, C., Hamer, L. & Izukawa, D. (2000). Wisconsin Card Sorting Test performance in patients with focal frontal and posterior brain damage: effects of lesion location and test structure on separa-

- ble cognitive processes. *Neuropsychologia*, pp. 388-402. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0028393299000937>
91. Subsecretaría de Salud Pública, Ministerio de Salud, CHILE (2011). Detección y diagnóstico oportuno de los trastornos del espectro autista (TEA), <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bd81e3a09ab6c3cee040010164012ac2.pdf>
92. Tirapu Ustárriz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T., & Pelegrín-Valero, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo (I). *Rev neurol*, 46(684), 92. Recuperado de <http://www.neurologia.com/pdf/web/4611/z110684.pdf>
93. Toufeeq A. (2004). Specifying colours for colour vision testing using computer graphics. *Eye*, 18(10), 1001-1005. Recuperado de <http://www.nature.com/eye/journal/v18/n10/full/6701378a.html>
94. Turner, M. (2000). Hacia una explicación de la conducta repetitiva en el autismo basada en la disfunción ejecutiva. El autismo como trastorno de la función ejecutiva. Madrid: Editorial Médica Panamericana, pp 55-98. Recuperado de <http://www.neurologia.com/pdf/Web/52S01/bfS01S147.pdf>
95. Ugartechea, J. G. (2007). Color y psiquiatría. In *Variaciones sobre el color*. Universidad de Sevilla. Recuperado de <http://www.psiquiatria.com/revistas/index.php/asmr/article/viewFile/895/862>
96. Valdizán J.R. a, Zarazaga Andía I. b, B. Abril Villalba a, Sans Capdevila O. a, Méndez García M. a (2003). Reconocimiento

de caras en el autismo, revisado en <http://www.neurologia.com/pdf/Web/3612/o121186.pdf>

97. Volkmar F, Klin A, Cohen PD (eds.). (2009) Screening for autism in young children. Handbook of autism and pervasive developmental disorders. New York: Wiley, pp. 707-29.





El propósito de la siguiente investigación es diseñar un instrumento para detectar deficiencias de visión color en niños del espectro autista. Este estudio de carácter experimental exploró los patrones de actividad de estos niños, su desarrollo neurocognitivo, la posible capacidad de respuesta sensorial frente al color y su contexto para determinar un nuevo formato de escaneo visual.

