

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA

Año 2017

# TESIS DOCTORAL

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS DIMENSIONES DEL  
WISC-IV Y EL TEST DE LA MIRADA EN POBLACIÓN INFANTIL  
Y ADOLESCENTE CON TEA DE ALTO FUNCIONAMIENTO

Autor: Inmaculada Peñuelas Calvo



Director: Dr. Pablo Fernández Berrocal



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

TESIS DOCTORAL

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS  
DIMENSIONES DEL WISC-IV Y EL TEST DE LA  
MIRADA EN POBLACIÓN INFANTIL Y  
ADOLESCENTE CON TEA DE ALTO  
FUNCIONAMIENTO



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA BÁSICA  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA

Inmaculada Peñuelas Calvo


2017

DIRECTOR DE LA TESIS  
Dr. Pablo Fernández Berrocal  
Catedrático de Psicología Básica  
Facultad de Psicología. Universidad de Málaga



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

AUTOR: María Inmaculada Peñuelas Calvo

 <http://orcid.org/0000-0003-4093-1312>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización

pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): [riuma.uma.es](http://riuma.uma.es)



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

Departamento de  
Psicología Básica

Dr. Pablo Fernández Berrocal, Catedrático de Psicología Básica de la  
Universidad de Málaga,

### HACE CONSTAR

Que de acuerdo con lo que regula el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre (B.O.E. 30 de octubre de 2007), el trabajo de investigación realizado por la Doctoranda D<sup>a</sup>. Inmaculada Peñuelas Calvo (D.N.I. 72890445-H), bajo mi dirección, con el título: **"Análisis de la relación entre las dimensiones del WISC-IV y el test de la mirada en población infantil y adolescente con TEA de alto funcionamiento"** reúne todas las condiciones exigidas para ser aceptado como Tesis de Doctorado, por lo que autorizamos se inicien los trámites para su Defensa Pública.

Málaga, 18 de noviembre de 2016.

Dr. Pablo Fernández Berrocal  
Director de la Tesis de Doctorado





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

*A mis padres*  
*A Rafa y a Silvia*



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, querría agradecer a mi director, Pablo Fernández-Berrocal sus consejos, y el apoyo durante estos años de duro trabajo. Sobre todo, agradecerle su perfeccionismo y haberme dado la oportunidad de ampliar mis conocimientos sobre este tema que realmente me apasiona.

En segundo lugar, a la asociación malagueña de síndrome de Asperger (AMSA), a Carmen, Elena y Regina y en especial a todos los padres y los niños que voluntariamente se han prestado para llevar a cabo este proyecto.

Todo este trabajo no haría sido posible sin el apoyo de las personas que comparten mi vida en el terreno personal, son un pilar fundamental en todo lo que hago.

A mi abuela Charo, a pesar de no estar conmigo estás mucho más presente que antes, me enseñaste lo que era el amor incondicional y a ver siempre el lado bueno de las cosas. Sobre todo gracias por esa sonrisa eterna.

A mi padre José Vicente y a mi madre Inma por ser mi motor de vida, por enseñarme a ser mejor, por toda la paciencia que han tenido conmigo. Sin todo el cariño y la confianza que han depositado siempre en mí, no sería ni la mitad de lo que soy. Gracias infinitas.

A mi hermano Rafael por ser un referente a seguir, por su fuerza, entusiasmo y empuje que se refleja en todo lo que hace. Nothing else matters.

A mi sobrina Silvia, porque con mirarla sonreír y ver la verdad y la pureza que hay en sus ojos, merece la pena todo.

A mi tía Carmen, mi tío Miguel y mis primos, en especial mi prima Inma y mi primo Alberto, por todo lo que me han dado pero, sobre todo, por formar parte de mi vida.

A José Luis y Ana María, mis padrinos, por estar en todos los momentos a mi lado, por apoyarme y cuidarme.

A todas las personas que han compartido mis días estos años, por haber sabido comprender el momento vital por el que estaba pasando y por entenderlo aunque no haya sido fácil. En especial, Laura, Isa, Bea, Nerea y Adrián, por crecer a mi lado, sobre todo por vuestros valores, consejos, amistad y cariño, sois los amigos que cualquiera querría tener. A Carmen y a Bea por dejarme compartir la época más importante de mi vida con ellas, por su lealtad y su amistad infinita. A Shaila por compartir mis días, los buenos y los no tan buenos, por quererme, entenderme y ayudarme siempre. A Marta, porque no importa el tiempo que pase sin vernos, el tiempo nos espera. A Julia y Eva por el apoyo mutuo, por su amistad incondicional, porque sois para siempre. A mis amigos de Soria, con los que he crecido y de los que he aprendido, por disculpar mis ausencias y por tenerme siempre presente. A Antonio, por creer en mí, apoyarme y haber visto cosas que nadie antes había visto. A Aditya por su ayuda, su apoyo, por estar a mi lado aunque sea en la distancia.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## ÍNDICE

1- INTRODUCCIÓN.....	15
1.1- Evolución histórica del concepto autismo.....	15
1.2- Medición de la inteligencia cognitiva: WISC-IV .....	26
1.2.1- Comprensión Verbal .....	28
1.2.2- Razonamiento perceptivo .....	30
1.2.3- Memoria de Trabajo .....	31
1.2.4- Velocidad de procesamiento .....	32
1.3- Teoría de la Mente y Reading the Mind in the Eye Test .....	33
1.4- Reading the mind in the eye test e Inteligencia.....	39
2- OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	45
2.1- Objetivos.....	45
2.2- Hipótesis.....	46



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

3- ESTUDIO EMPÍRICO I.....	49
3.1- Abstract .....	52
3.2- Introduction.....	53
3.3- Methods .....	60
3.4- Results .....	62
3.5- Discussion .....	65
3.6- Conclusion .....	74
3.7- Compliance with ethical standards. ....	75
3.8- References .....	75
3.9- Figures .....	88
3.10- Tables.....	94
4- ESTUDIO EMPÍRICO II.....	105
4.1- Abstract .....	107
4.2- Introduction .....	108
4.3- Methods .....	111
4.4- Results .....	114
4.5- Discussion .....	115
4.6- Conclusion .....	118
4.7- References .....	118
4.8- Tables.....	124
5- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	127
5.1- Discusión general.....	127
5.2- Limitaciones y posteriores investigaciones.....	131
5.3- Conclusiones finales .....	132
6- REFERENCIAS.....	135



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



## 1- INTRODUCCIÓN

### 1.1- Evolución histórica del concepto autismo.

*“Es autista aquella persona para la cual las otras personas resultan opacas e impredecibles; aquella persona que vive como ausente, mentalmente ausente, a las personas presentes, y que por todo ello se siente incompetente para regular y controlar su conducta por medio de la comunicación”. (Leo Kanner, 1943)*

El autismo es un síndrome conductual que engloba un grupo de trastornos neuropsiquiátricos con unas características clínicas comunes, pero de difícil categorización etiológica y diagnóstica. Desde principios de los años 40, Leo Kanner, realizó las primeras descripciones del trastorno autista, describiendo la dificultad que entrañaba realizar un diagnóstico diferencial con otros niños que

padeían otros trastornos psicóticos que cursaban con características clínicas similares, fue el primero que intentó definir el autismo a través de una clasificación sistemática del comportamiento de los niños autistas (Kanner, 1943). En un principio generó confusión la elección del término dado ya que en 1911 había sido usado por Eugen Bleuer (citado por Wing, L, 1982:29) para referirse a un trastorno del pensamiento que aparece en algunos pacientes esquizofrénicos y consiste en la continua auto-referencia que hacen de estos sujetos a cualquier suceso que ocurre.

Con la intención de diferenciar el síndrome autista, se separaron los llamados síntomas “universales” de los “específicos”. Dentro de los síntomas universales se incluyó la incapacidad para establecer relaciones con otros, el retraso en la adquisición del lenguaje, ecolalia e inversión pronominal y fenómenos compulsivos o de rituales como la insistencia en la identidad, a la que Rivière denominó trastorno de la función ejecutiva (Rivière, 2000). Con respecto a los síntomas específicos se incluyen los movimientos repetitivos estereotipados, poca capacidad de atención, retraso en el control de los esfínteres y conductas autolesivas.

Casi al mismo tiempo, sólo unos meses después (1944), Asperger identifica un grupo de cuatro niños con características similares, aunque este estudio permanece prácticamente desconocido hasta que es traducido al inglés. Describe las siguientes características del trastorno al que denominó “psicopatía autista”: (Asperger, 1944)

- El trastorno comienza a manifestarse alrededor del tercer año de vida del niño o en ocasiones, a una edad más avanzada.
- El desarrollo lingüístico del niño (gramática y sintaxis) es adecuado, y con frecuencia avanzado.
- Existen deficiencias graves con respecto a la comunicación pragmática o uso social del lenguaje.
- Discurso fluido pero extenso, literal y pedante, utilizando monólogos y no intercambios conversacionales.
- A menudo se observa un retraso en el desarrollo motor y una torpeza en la coordinación motriz.
- Trastorno de la interacción social: incapacidad para la reciprocidad social y emocional. Trastorno de la comunicación no verbal.

- Desarrollo de comportamientos repetitivos e intereses obsesivos de naturaleza idiosincrásica.
- Desarrollo de estrategias cognitivas sofisticadas y pensamientos originales.
- Pronóstico positivo con posibilidades altas de integración en la sociedad.

Posteriormente, Kanner y Eisemberg a mediados de los años 50, redujeron la lista destacando únicamente la soledad extrema y el deseo intenso de preservar la identidad (en los dos primeros años) (Kanner y Eisemberg, 1956).

A partir de los años 70, se diferencian dos tipos de cuadros que se basan en la edad de aparición del trastorno diferenciando entre primera infancia en la que el autismo aparece como una anomalía del proceso de desarrollo evolutivo del niño y la segunda infancia y la adolescencia en el que la sintomatología implica una pérdida de contacto con la realidad de individuos que previamente han funcionado normalmente.

Rutter (1978) abordó la cuestión de hasta qué punto podía ser el autismo considerado un síndrome y cómo se relacionaba con otros trastornos, adoptar los siguientes criterios en relación con el comportamiento antes de los cinco años de edad para definir el autismo, un desarrollo social deteriorado, retraso en el lenguaje o insistencia en la invarianza o resistencia al cambio (Rutter, 1978).

El concepto de Espectro Autista tiene su origen en un estudio realizado por Lorna Wing y Judith Gould en 1979 comprobaron cómo los rasgos autistas no sólo estaban presentes en personas autistas sino también en otros cuadros de trastornos del desarrollo (Wing y Gould, 1979). Buscaban deficiencias importantes en las capacidades de relación social, de este estudio se extrajeron importantes conclusiones y derivaciones, definiendo el autismo como un continuo más que como una categoría diagnóstica, como un conjunto de síntomas que se puede asociar a distintos trastornos y niveles intelectuales.

Desarrollaron la *triada de Wing* (dimensiones alteradas en el continuo autista): trastorno de la reciprocidad social, trastorno de la comunicación verbal y no verbal y ausencia de capacidad simbólica

y conducta imaginativa desarrollo (Wing y Gould, 1979). Añadiendo posteriormente, los patrones repetitivos de actividad e intereses.

La Asociación Americana de Psiquiatría (1980) reconoció la existencia de casos que se parecen al autismo, pero que no cumplen los criterios de diagnóstico para este trastorno. Se sugirió el término “trastornos generalizados del desarrollo” el cual incluye el síndrome de Asperger. Este término incluye todos aquellos trastornos en los cuales existe un deterioro cualitativo en el desarrollo de la interacción social recíproca, la comunicación (verbal y no verbal) y la actividad imaginativa. Esta entidad se refleja ya en el DSM-III (APA, 1987). El síndrome de Asperger se engloba dentro de éstos. Por tanto, se logró alcanzar un consenso en cuanto a la concepción del autismo como un síndrome conductual que afecta a una amplia gama de áreas tanto del desarrollo cognitivo como del afectivo, juzgándolo como un *trastorno generalizado del desarrollo*, tal como recogen las diferentes clasificaciones nosológicas. El síndrome de Asperger se considera clínicamente como un trastorno diferente del autismo desde las descripciones realizadas por Gillberg (Gillberg, 1989) y de Szatmari (Szatmari, Bremner y Nagy, 1989) en 1989. La descripción del síndrome de Asperger como un trastorno específico se ha

mantenido en la CIE-10 (WHO, 1992) y en DSM-IV-TR (APA, 2000).

En la guía CIE-10 (1992) el síndrome de Asperger se definía como un trastorno de dudosa validez nosológica, caracterizado por el mismo tipo de deterioro cualitativo de la interacción social recíproca que caracteriza al autismo, conjuntamente con un repertorio de intereses y de actividades restringido que es estereotipado y repetitivo. Difiere del autismo fundamentalmente por el hecho de que no hay retraso general, o retraso del desarrollo del lenguaje o del desarrollo intelectual. Este trastorno se asocia a menudo con una torpeza marcada. Hay fuerte tendencia a que las anomalías persistan durante la adolescencia y la edad adulta. Ocasionalmente ocurren episodios psicóticos en la edad adulta temprana.

En 1998 Lorna Wing definió el síndrome de Asperger con las siguientes características: (Wing, 1998)

- Algunas de las anomalías conductuales comienzan en el primer año de vida del niño
- El desarrollo del lenguaje es adecuado, aunque en algunos individuos puede existir un retraso inicial moderado

- El estilo de comunicación del niño tiende a ser pedante, literal y estereotipado.
- El niño presenta un trastorno grave de la interacción social recíproca con una capacidad disminuida para la expresión de la empatía.
- Trastorno de la comunicación no verbal
- Los patrones de comportamiento son repetitivos y existe una resistencia al cambio
- El juego del niño puede alcanzar el estadio simbólico, aunque repetitivo y poco social
- Se observa un desarrollo intenso de intereses restringidos y concretos
- Torpeza motora: El desarrollo motor (grueso y fino) puede manifestarse retrasado y existen dificultades en el área de la coordinación motora
- Falta de sentido común, comportamiento social “extraño”.  
Egocentrismo
- Inteligencia normal o superior



- El diagnóstico de autismo no excluye el diagnóstico del síndrome de Asperger.

Siguiendo la clasificación DSM-IV-TR (2000) (APA, 2000) se incorporó una categoría global, denominada “*pervasive developmental disorders*”, mal traducida como trastornos generalizados del desarrollo, bajo la cual se agrupan distintas variantes del trastorno autista y en la cual el síndrome de Asperger es una categoría distinta al trastorno autista.

Como característica común, tanto en la clasificación CIE-10 como DSM-IV-TR, incluyen como criterio la ausencia de retraso en el desarrollo del lenguaje.

Los criterios diagnósticos influyen de manera significativa en la prevalencia del diagnóstico del síndrome de Asperger, estando en la mayoría de los estudios entre un 2,6 a un 4,8/1000, siendo al igual que el autismo, de tres a cinco veces mayor en el sexo masculino que en el femenino (Fombonne, 2001; Wing y Potter, 2002).

Con respecto al autismo, el síndrome de Asperger tiene una incidencia superior con una frecuencia hasta cinco veces más

elevada, aunque más de la mitad de los casos pasan desapercibidos llegando a adultos sin ser diagnosticados (Fernández-Jaén, Fernández-Mayoralas y Muñoz, 2007).

#### **Criterios diagnósticos de Síndrome de Asperger resumidos de la CIE-10.**

---

Ausencia de retraso del lenguaje o cognitivo (normal con 3 años)

Déficit cualitativo en la interacción social

Manifestaciones repetitivas y estereotipadas, de intereses y de la actividad en general

#### *Incluye*

Psicopatía autística

Trastorno esquizoide de la infancia

#### *Excluye*

Trastorno esquizotípico

Esquizofrenia simple

Trastorno de vinculación de la infancia Trastorno anancástico de la personalidad

Trastorno obsesivo-compulsivo

Criterios diagnósticos de Síndrome de Asperger resumidos del DSM-IV-TR

---

A. Trastorno cualitativo de la relación (al menos dos de las siguientes):

1. Conductas no verbales: mirada a los ojos, expresión facial, posturas corporales y gestos para regular la interacción social
2. Incapacidad para desarrollar relaciones con iguales adecuadas al nivel evolutivo
3. Ausencia de conductas espontáneas encaminadas a compartir placeres, intereses o logros con otras personas (p. ej., de conductas de señalar o mostrar objetos de interés)
4. Falta de reciprocidad social o emocional

B. Patrones de conducta, interés o actividad restrictivos, repetidos y estereotipados (al menos una de las siguientes):

1. Preocupación excesiva por un foco de interés (o varios) restringido y estereotipado, anormal por su intensidad o contenido
2. Adhesión aparentemente inflexible a rutinas o rituales específicos y no funcionales
3. Estereotipias motoras repetitivas (p. ej., sacudir las manos, retorcer los dedos, movimientos complejos de todo el cuerpo, etc.)
4. Preocupación persistente por partes de objetos

C. Discapacitante (social, ocupacional u otras)

D. No existe un retraso clínicamente significativo en el lenguaje

E. No existe un retraso cognitivo-adaptativo

F. No cumple criterios de otros trastornos generalizados del desarrollo, autismo ni esquizofrenia

## 1.2- Medición de la inteligencia cognitiva: WISC-IV

Son varias las escalas de medición de la inteligencia cognitiva utilizadas en niños y adultos, siendo las pruebas de inteligencia Wechsler las más utilizadas para la evaluación de la cognición en individuos con autismo (Hagberg, Billstedt, Nydén y Gillberg, 2015; Nader, Courchesne, Dawson y Soulières, 2016). Las diferentes variables de esta escala han sido utilizadas para separar alto funcionamiento de bajo funcionamiento en autismo con fines diagnósticos diferenciales dentro del espectro del autismo y, quizás más significativamente, para delinear el patrón de la función cognitiva en el autismo (Goldstein et al., 2008; Wellman, Cross y Watson, 2001).

El WISC-IV Escala de Inteligencia Wechsler para Niños IV edición (Wechsler, 2003) permite obtener cinco puntuaciones compuestas:

1.2.1- Comprensión Verbal (CV): Representa una medida de la formación de conceptos, capacidad de razonamiento verbal y el conocimiento adquirido del entorno individual del niño.

1.2.2- Razonamiento perceptivo (RP): Representa el razonamiento fluido en conceptos abstractos como generalizaciones, relaciones lógicas, reglas así como el procesamiento espacial y de la integración visomotora.

1.2.3- Memoria de trabajo (MT): Representa la capacidad para retener temporalmente en la memoria cierta información, trabajar u operar con ella y generar un resultado. Implica atención sostenida, concentración, control mental y razonamiento.

1.2.4.- Velocidad de Procesamiento (VP): Representa una medida de la capacidad para explorar, ordenar o discriminar información visual simple de forma rápida y eficaz.

1.2.5- Cociente Intelectual Total (CIT): Este índice aporta el resultado final de todas las pruebas y supone una medida global del Cociente intelectual de la persona evaluada.

Con respecto a las versiones previas del test se ha modificado la terminología de algunas de estas puntuaciones, intentando reflejar de una forma más ajustada la configuración de los tests que engloban cada puntuación y las capacidades cognitvas que se evalúan en cada índice.

### 1.2.1 Comprensión Verbal

#### a) Semejanzas

Mide la formación de conceptos verbales: la capacidad para colocar objetos y eventos juntos en un grupo con significado. La capacidad de poder agrupar la información constituye una medida de la competencia cognitiva que puede alcanzar el sujeto. La ejecución en esta subprueba se relaciona con oportunidades culturales y patrones de interés. Es una buena fuente de información del rendimiento académico.

#### b) Vocabulario

Se trata de una prueba para evaluar el conocimiento de palabras. El niño para su explicación necesitará recurrir a una variedad de factores relacionados con la cognición: su capacidad de aprendizaje, riqueza de ideas, memoria, formación de conceptos y su desarrollo del lenguaje. Todo ello será función del ambiente educativo del niño y sus experiencias. La subprueba es un índice útil de la capacidad mental general de la persona.

### c) Comprensión

Esta subprueba requiere la comprensión de situaciones dadas y la presentación de respuestas a problemas específicos. El éxito depende, en parte, de la posesión de información práctica, además de una capacidad para recurrir a experiencias pasadas a fin de llegar a soluciones. El éxito sugiere que la persona posee un conocimiento de los convencionalismos sociales.

### d) Información (Optativa)

Esta subprueba supone una muestra del conocimiento del niño respecto a hechos o datos aislados y, por tanto, una medida de la información general adquirida durante la educación familiar, escolar o social.

### e) Adivinanzas (Optativa)

El niño debe tratar de identificar el objeto o concepto escondido tras las pistas aportadas verbalmente. Varios son los factores involucrados: Conocimiento del entorno, comprensión del lenguaje, capacidad de razonamiento, etc.

### 1.2.2 Razonamiento perceptivo

#### f) Cubos

La prueba combina organización visual y ejecución visomotora. El éxito implica la aplicación de la lógica y del razonamiento a los problemas de relaciones espaciales.

#### g) Conceptos

Se trata de una prueba visual por lo que está libre de la influencia del lenguaje. Supone una medida de la capacidad de agrupar los ítems visuales de información en categorías según compartan características comunes. Predice la capacidad de aprendizaje del sujeto.

#### h) Matrices

Se trata de una prueba visual, libre de la influencia del lenguaje. Representa un buen indicador de "g". El niño debe ser capaz de establecer relaciones lógicas entre los elementos para dar con la respuesta correcta. Estos procesos están en la base de la capacidad para el aprendizaje.



### i) Figuras incompletas (Opcional)

Se trata de una prueba de discriminación visual. Se requiere concentración, razonamiento, organización y memoria visual. Figuras incompletas puede medir las capacidades perceptual y conceptual que participan en el reconocimiento e identificación visual de objetos familiares.

### 1.2.3 Memoria de Trabajo

#### j) Dígitos

La propia capacidad para relajarse afecta a la ejecución. La tarea evalúa la capacidad del niño para retener diversos elementos que no tienen relación lógica entre sí. La tarea puede darnos una idea de la capacidad del niño en los procesos que requieren secuenciación. Atención, memoria auditiva inmediata y capacidad de secuenciación son necesarios para realizar la prueba.

#### k) Letras y números

La prueba no tan sólo requiere memoria auditiva inmediata y atención sino que el niño debe ser capaz de manipular los números y letras según un criterio de ordenación. Va a medir su capacidad de procesamiento, de operar ante determinados estímulos sensoriales.

### l) Aritmética (Optativa)

Mide razonamiento numérico y concentración mental. Se requiere el uso de funciones no cognoscitivas (concentración y atención) en conjunto con funciones cognoscitivas (conocimiento de operaciones numéricas). El éxito en la prueba puede venir determinado por el nivel de educación, la capacidad de atención sostenida e incluso de reacciones emocionales transitorias.

#### 1.2.4 Velocidad de procesamiento

### m) Claves

Detecta la capacidad para aprender una tarea no familiar e implica velocidad y precisión de la coordinación visomotora, habilidades de atención, memoria a corto plazo, flexibilidad cognoscitiva y, posiblemente, motivación.

### n) Búsqueda de símbolos

Los factores involucrados en esta prueba son la atención sostenida y la capacidad de discriminación visual.

### o) Animales (Optativa)

Los factores implicados son la atención sostenida, la discriminación visual y las estrategias del niño para resolver, van a determinar su rendimiento en esta prueba.

### 1.3- Teoría de la Mente y Reading the Mind in the Eye Test.

En los últimos años se han desarrollado numerosos instrumentos fiables para evaluar la cognición social así como el procesamiento emocional y social (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste & Plumb, 2001). Hay estudios que evalúan como las personas procesan la información del entorno social, en particular como perciben, interpretan y responden a los estados mentales (intenciones, sentimientos, percepción y creencias), ante las disposiciones y conductas de los otros (Baron-Cohen, 1995; Brothers, 1990; Fiske y Taylor, 2013; Kunda, 1999). Estos procesos están estrechamente vinculados a procesos conocidos como el reconocimiento de emociones y 'teoría de la mente', que permiten a los individuos para imaginar el estado mental de otros (Pinkham Penn, Perkins y Lieberman, 2003). Teoría de la mente (ToM) es un concepto que engloba la capacidad para comprender y predecir la conducta de otras personas, sus conocimientos, sus intenciones y sus creencias. Se trata

de una denominada habilidad “heterometacognitiva” que comprende como un sistema cognitivo es capaz de conocer los contenidos de otro sistema cognitivo diferente de aquel con el que se lleva a cabo dicho conocimiento (Tirapu-Ustárriza et al., 2007).

Numerosos estudios han demostrado que las deficiencias en el reconocimiento de emociones y la teoría de la interacción social están relacionados con el autismo (Baron-Cohen y Benenson, 2003; Baron-Cohen, 2009; Lombardo, Chakrabarti, Lai y Baron-Cohen, 2012).

Para proporcionar una información más detallada acerca de la teoría de la mente, Baron-Cohen et al. desarrollaron la prueba “*Reading the Mind in the Eye Test*” (RMET). Se trata de una prueba avanzada de la teoría de la mente (Baron-Cohen, Jolliffe, Mortimore y Robertson, 1997). Esta prueba fue diseñada con la complejidad analítica suficiente para ser apropiado para adultos con y sin psicopatología, siendo utilizada en diferentes contextos culturales como herramienta de diagnóstico de trastornos relacionados con déficits en ToM evaluando las habilidades de reconocimiento emocional y mentalización.

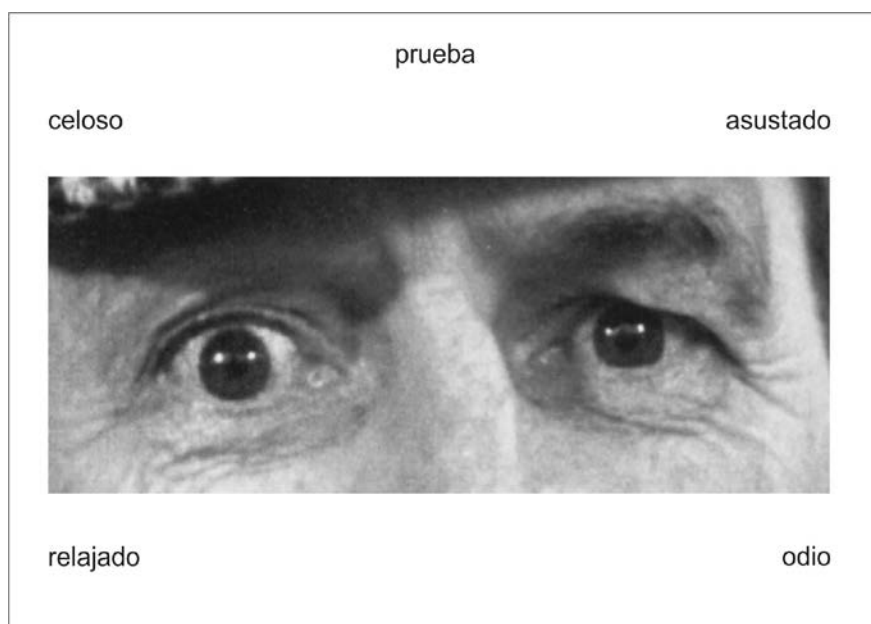
La primera versión constaba de 25 fotografías de actores y actrices que muestran únicamente la región facial alrededor de los ojos. Se le pide al participante que elija cuál de las dos palabras mostradas describe mejor lo que la persona en la fotografía está pensando o sintiendo. Estas palabras se refieren tanto a los estados mentales básicas (por ejemplo, "feliz") como estados mentales más complejos (por ejemplo, 'arrogante') (Baron-Cohen, Jolliffe, Mortimore y Robertson, 1997). De esta manera, el RMET tuvo como objetivo evaluar la cognición social en adultos mediante la evaluación de su capacidad para reconocer el estado mental de otras personas que utilizan sólo las expresiones alrededor de los ojos, que son claves en la determinación de los estados mentales (Adams et al., 2010). De una forma rápida, automática, los participantes deben unir la imagen de los ojos de las fotografías con ejemplos de expresiones de la región de los ojos que puedan tener memorizadas y su contexto para llegar a una asociación lo más cercana posible a alguna de las opciones descritas en el test. Es importante remarcar que RMET está descrito como un test avanzado de teoría de la mente pero en realidad solo está relacionado con el primer nivel de atribución de teoría de la mente: atribución de un estado mental relevante como por ejemplo compasión, pero esto no incluye un segundo nivel que se refiere al

contexto del estado mental por ejemplo compasión por la muerte de su madre. De todas formas, esta atribución es un tipo de estado mental por lo que sí que es parte de la teoría de la mente (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste y Plumb, 2001).

La versión original del RMET tenía algunas limitaciones debido a que el número de elementos y el formato de respuesta binomial no se diferencian lo suficiente individuos que recibieron las puntuaciones más altas. Así, la versión revisada de la prueba aumentó el número de elementos a 36 y el número de posibles respuestas se incrementó a 4, reduciendo la posibilidad de acertar la respuesta correcta mediante azar, a una tasa del 25% (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste y Plumb, 2001). El test fue revisado en su versión para niños, en el cual se modificó el vocabulario de los sentimientos a elegir en el test, adaptándolo a la edad cronológica, por tanto consiste solo en estados mentales simples/ emociones básicas como alegre, triste, ira, asco y miedo (Kaland, Callesen, Møller-Nielsen, Mortensen y Smith, 2008). Se encontraron resultados similares a las pruebas de adultos, de manera que los niños con síndrome de Asperger obtuvieron resultados inferiores en relación con los niños normales. En esta adaptación el test consta de una serie de 28 imágenes de ojos que

representan estados de emoción, con la elección forzada entre los cuatro términos de estado mental, para cada uno.

Por tanto, se puede considerar que esta prueba tiene un nivel complejo ya que la persona que vaya a realizar la prueba debe tener un conocimiento léxico lo suficientemente amplio para conocer el significado de las palabras que hacen referencia a las emociones o sentimientos que se representan en las imágenes. Además, es necesario que el sujeto, basándose en una mirada representada en la foto, sea capaz de generalizarla a una expresión facial completa y asociarlo a una emoción específica.



Dentro de las limitaciones de este instrumento, Baron-Cohen nombró el uso de fotografías estáticas en la prueba por el riesgo de disminuir “validez ecológica” al test. En segundo lugar, otra limitación puede ser la calidad de los actores elegidos en las fotografías para mostrar las expresiones emocionales, ya que no sabemos si al tomar la fotografía están sintiendo la emoción o están aparentando sentirla.

Fernández-Abascal et al., en el año 2013 adaptaron la versión española para adultos en español, demostrado no solo que era una medida confiable en el reconocimiento de emociones complejas en adultos, sino que a su vez es estable durante un periodo de tiempo de un año en población no clínica (Fernández-Abascal, Cabello, Fernández-Berrocal y Baron-Cohen, 2013).

En ese mismo año, Rueda, Cabello y Fernández-Berrocal publicaron la adaptación española para adolescentes en una muestra no clínica. En este caso se analizó la relación de la puntuación total obtenida con el género y con la edad. La puntuación obtenida fue similar a la obtenida en la versión original del test, no encontrando relación entre la puntuación obtenida y la edad, pero sí con el género, siendo mayor la puntuación obtenida por el género femenino (Rueda, Cabello y Fernández-Berrocal, 2013).



#### 1.4- Reading the Mind in the Eye Test e inteligencia

En los últimos años, ha aumentado de forma significativa el uso del RMET en diferentes estudios de investigación. A pesar de esto, los estudios que han evaluado la relación entre los resultados obtenidos en el RMET y el cociente intelectual total no han obtenido una relación significativa en individuos sin enfermedad mental. Por ejemplo, Baron-Cohen et al, en la publicación de la versión revisada del test evaluaron la correlación entre los resultados totales obtenidos en el RMET y el cociente intelectual total y no obtuvieron una correlación significativa, sugiriendo que el RMET "es independiente de la inteligencia general (no social) (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste y Plumb, 2001). Este resultado es coincidente con la propuesta del modelo de doble vía de la comprensión del estado mental (Apperly et al., 2007; Sabbagh, 2004). Este modelo propone que la comprensión del estado mental implica tanto un proceso implícito, automático, e inflexible que funciona de manera independiente de un proceso cognitivo explícito y flexible (Baker, Peterson, Pulos y Kirkland, 2014).

Aún con estos resultados, en un reciente meta-análisis se sugiere la posibilidad de que las diferencias que cada persona pueda tener en el

funcionamiento psicosocial podrían estar relacionados con el cociente intelectual total (Murphy y Hall, 2011). Además, Baker et al., encontraron una correlación positiva ( $r = .24$ ) entre el cociente intelectual total y el resultado del RMET en individuos sin patología mental, no obteniendo ninguna diferencia significativa con el cociente intelectual verbal o el manipulativo y los resultados del RMET (Baker, Peterson, Pulos y Kirkland, 2014).

Los resultados obtenidos entre la relación del RMET y cociente intelectual total en personas sin patología mental son contradictorios. Mientras que algunos estudios no han encontrado ninguna correlación significativa entre el RMET y el cociente intelectual total, sugiriendo que RMET es independiente del cociente intelectual total (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste y Plumb, 2001; Bailey y Henry, 2008; Brent, Rios, Happe y Charman, 2004; Peterson, 2014), otro estudio ha encontrado una correlación positiva entre ellos, en este caso usando un mayor número de participantes (Hollocks et al., 2014)

Con respecto al cociente intelectual verbal, manipulativo y el resultado obtenido en el RMET, un estudio llevado a cabo con una muestra de adultos encontró una correlación significativa entre el

resultado del RMET y el cociente verbal, pero no con el cociente manipulativo (Peterson y Miller, 2012). Este resultado sugiere que el cociente verbal puede jugar un papel más importante que el cociente manipulativo en la realización del RMET.

En los pacientes diagnosticados de autismo, autismo de alto funcionamiento o síndrome de Asperger, uno de los síntomas básicos es la dificultad en el reconocimiento y las relaciones sociales, el cual puede persistir a lo largo de toda la vida del individuo (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste y Plumb, 2001; Rajendran y Mitchell, 2007). Frith (1994) sugirió que las personas diagnosticadas de autismo podrían aprender estrategias o técnicas compensatorias para facilitar, en parte, las dificultades de adaptación y manejo social (Frith, 1994). El aprendizaje de estrategias compensatorias podría mejorar esta sintomatología, favoreciendo el día a día de estos individuos, haciendo que incluso pudiera pasar desapercibida (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste y Plumb, 2001; Brent, Rios, Happe y Charman, 2004).

En relación con los denominados trastornos generalizados del desarrollo, estudios con participantes diagnosticados con autismo de alto funcionamiento, no se encontró correlación entre el cociente

intelectual total y el resultado total obtenido en el RMET (Holt et al., 2014; Kaland, Callesen, Møller-Nielsen, Mortensen y Smith, 2008). Este mismo resultado también se obtuvo en otros dos estudios, pero en estos casos la muestra era la combinación de participantes con diagnóstico de autismo de alto funcionamiento y de síndrome de Asperger, en este caso concluyeron que la inteligencia cognitiva total no está relacionada con el RMET (Baron-Cohen, Jolliffe, Mortimore y Robertson, 1997; Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste y Plumb, 2001). En algunos estudios se ha incluido en la muestra y su posterior análisis el cociente de inteligencia verbal, sin encontrar tampoco en este caso una correlación en individuos diagnosticados de autismo o de autismo de alto funcionamiento (Golan, Baron-Cohen, Hill y Rutherford, 2007; Kaland, Callesen, Møller-Nielsen, Mortensen y Smith, 2008; Peterson, Slaughter y Brownell, 2015).

La distribución del índice de inteligencia verbal y/o manipulativa en los individuos diagnosticados de autismo tiende a ser entre baja y media. Algunos estudios sugieren que la inteligencia cognitiva total en niños con diagnóstico de autismo puede ser más dependiente del cociente de inteligencia verbal y, por tanto, la inteligencia cognitiva total puede verse comprometida en estos individuos con habilidades

verbales más pobres (Globerson, Amir, Kishon-Rabin y Golan, 2015; Harms, Martin y Wallace, 2010).

Los estudios llevados a cabo con niños y adolescentes con diagnóstico de síndrome de Asperger han encontrado resultados diversos. Uno de los estudios observó que los niños diagnosticados con síndrome de Asperger tienen un cociente de inteligencia verbal mayor al cociente manipulativo mientras que el resultado exactamente opuesto se obtuvo en los niños diagnosticados de autismo de alto funcionamiento (Klin, Volkmar, Sparrow, Cicchetti y Rourke, 1995). Las personas diagnosticadas con autismo de alto funcionamiento o las diagnosticadas de síndrome de Asperger tienen la denominada "coherencia central débil", la cual puede resumirse como la dificultad en el uso de contextos, incluyendo la capacidad verbal que fue descrita por Frith (2004) (Frith, 2004). Sin embargo, otros estudios demostraron que la cognición social y la función ejecutiva es similar en los niños diagnosticados de autismo de alto funcionamiento y en los diagnosticados de síndrome de Asperger (Manjiviona y Prior, 1999; Miller y Ozonoff, 2000). En los niños diagnosticados con síndrome de Asperger, se encontró que tenían más preocupaciones, pero menos comportamientos estereotipados

que los niños diagnosticados con autismo de alto funcionamiento (Kugler, 1998; McLaughlin-Cheng, 1998). Algunos estudios sugieren que el autismo de alto funcionamiento y el síndrome de Asperger son parte de un mismo trastorno, pero difieren en la gravedad de los síntomas clínicos (Mazzone, Ruta y Reale, 2012; Sanders, 2009).

Por lo tanto, en la siguiente tesis intentará aclarar las dudas planteadas a lo largo de los años y los diferentes estudios llevados a cabo. Se llevarán a cabo dos estudios empíricos con la finalidad discernir la relación existente entre el cociente intelectual total y el RMET para niños y adolescentes, en individuos diagnosticados de trastorno del espectro autista.

## 2- OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 2.1- Objetivos

Los objetivos principales de esta Tesis Doctoral son:

Determinar la influencia específica que los factores de inteligencia medidos en el test WISC-IV tienen en el test de la mirada adaptado a niños de Baron-Cohen en niños y adolescentes con Trastorno del Espectro Autista de alto funcionamiento.

Determinar si la estructura factorial del WISC-IV genera un factor adicional y específico de cognición social en niños y adolescentes con Trastorno del Espectro Autista de alto funcionamiento.

Los objetivos secundarios de esta tesis doctoral son:

- a) Calcular la correlación entre inteligencia total y el RMET en los individuos diagnosticados de autismo y de autismo de alto funcionamiento/síndrome de Asperger
- b) Calcular la correlación del cociente de inteligencia verbal y manipulativa y RMET en individuos diagnosticados de autismo y de autismo de alto funcionamiento/síndrome de Asperger
- c) Comparar la correlación obtenida entre la inteligencia cognitiva total y los resultados en el RMET en los individuos diagnosticados con autismo o autismo de alto funcionamiento/síndrome de Asperger y en los individuos controles.
- d) Calcular la correlación de la edad cronológica con los resultados obtenidos en el RMET.
- e) Analizar la relación entre el RMET y los resultados obtenidos en el test de inteligencia WISC-IV y sus subtests en niños y adolescentes diagnosticados de síndrome de Asperger

## 2.2 Hipótesis

La hipótesis primaria de esta Tesis Doctoral es que la inteligencia cognitiva en sus diferentes dimensiones, evaluada mediante el test de



inteligencia WISC-IV, puede influir en la Teoría de la Mente evaluada mediante el test de la mirada de Baron-Cohen en niños y adolescentes con Trastorno del Espectro Autista.

Como hipótesis secundarias:

a) El RMET tendría una correlación con el cociente intelectual total en niños y adolescentes con diagnóstico de autismo o autismo de alto funcionamiento/síndrome de Asperger.

b) El cociente de inteligencia verbal y manipulativa podrían tener influencia en el rendimiento del RMET.

c) El RMET tendría una correlación con el cociente intelectual total en niños y adolescentes con diagnóstico de autismo o autismo de alto funcionamiento/síndrome de Asperger.

d) La correlación entre cociente intelectual total y el RMET será mayor en individuos sin patología psiquiátrica que en individuos con diagnóstico de autismo o autismo de alto funcionamiento/síndrome de Asperger.

e) La edad puede tener una influencia positiva en el rendimiento RMET.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

### 3- ESTUDIO EMPÍRICO I

The relationship between intelligence and “Reading the Mind in the Eyes” in Autism Spectrum Disorders: A meta-analysis.

Authors: Inmaculada Peñuelas-Calvo<sup>1</sup>, Aditya Sareen<sup>2</sup>, Julia Sevilla Llewellyn-Jones<sup>3</sup>, Pablo Fernández-Berrocal<sup>4</sup>

1- Child and Adolescent Psychiatric Unit. Department of Psychiatry, IIS-Fundación Jiménez Díaz. Avda. Reyes Católicos, 2, Madrid 28040, Spain.

Malaga University. Campus de Teatinos, 29010 Málaga, Spain.

e-mail: [inmaculada.penuelas@gmail.com](mailto:inmaculada.penuelas@gmail.com)

Telephone: +34 915417267

Fax: +34 915423536

2- The Zucker Hillside Hospital, Psychiatry Research, North Shore - Long Island Jewish Health System, Glen Oaks, New York, USA

3- Department of Mental Health, Hospital Clínico Universitario Virgen de la Victoria. Campus de Teatinos, S/N, 29010 Málaga, Spain.

Malaga University. Campus de Teatinos, 29010 Málaga, Spain.

4- Facultad de Psicología, Malaga University. Campus de Teatinos, 29010 Málaga, Spain.

#### AUTHOR NOTE

Inmaculada Peñuelas-Calvo, Department of Mental Health, Hospital Clínico Virgen de la Victoria, Malaga and University of Malaga, Spain. Aditya Sareen, Psychiatry Research Department at the Zucker Hillside Hospital in New York, USA. Julia Sevilla Llewellyn-Jones, Department of Mental Health, Hospital Clínico Universitario Virgen de la Victoria, Malaga and University of Malaga, Spain. Pablo Fernández-Berrocal, Department of Psychology, University of Malaga, Spain.

Inmaculada Peñuelas-Calvo is now at Child and Adolescent Psychiatric Unit, Department of Psychiatry, IIS-Fundación Jiménez Díaz; Madrid, Spain and continues at University of Malaga, Spain.

Acknowledgements: This research was partially financed by the Spanish Ministry of Economy (PSI2012-37490) and the Innovation and Development Agency of Andalusia, Spain (SEJ-07325).

Correspondence concerning this article should be addressed to Inmaculada Peñuelas-Calvo, Avda. Reyes Católicos, 2, Madrid 28040, Spain. Telephone number +34 915417267. E-mail: [inmaculada.penuelas@gmail.com](mailto:inmaculada.penuelas@gmail.com)

### 3.1- Abstract

We conducted a meta-analysis of 25 studies spanning 30 years to assess the relationship between Reading the Mind in the Eye test (RMET) performance and intelligence (IQ) in individuals diagnosed with Autism Spectrum Disorder (ASD), High Functioning Autism (HFA), Asperger Syndrome (AS) and controls. The aim of the study was to find if there is a relation between IQ and performance on RMET and differences in subgroups of individuals diagnosed with ASD, HFA/AS and controls. Our results indicate a positive correlation between RMET performance and total and verbal IQ in controls, ASD and combined ASD and HFA/AS phenotype but not in individuals diagnosed with HFA/AS. Results suggest that RMET performance is related to cognition in control and ASD participants.

Key words: Intelligence; Autism Spectrum Disorder; High functioning autism; Asperger Syndrome; Reading the mind in the eye test.

### 3.2- Introduction

Several cognitive intelligence (IQ) scales such as Wechsler IQ test for children and adults have been used for assessment of cognition in normal individuals and individuals diagnosed with autism spectrum disorders (ASD) (Hagberg et al. 2015; Nader et al. 2014). In individuals with autism diagnosis these scales are used to separate high functioning from low functioning autism, for differential diagnostic purposes within the autism spectrum and, perhaps most significantly, to delineate the pattern of cognitive function in autism (Goldstein et al. 2008; Wellman et al. 2001). However, there are fewer tests that detect deficits in social understanding in children and adults with and without autism. The measure of social understanding is directly related to Theory of Mind (ToM) which is the ability to attribute mental states--such as beliefs, intents, desires, pretending, knowledge—to oneself and others and to understand that others have beliefs, desires, intentions, and perspectives that are different from one's own (Woodruff et al. 1978). False belief task has served as the gold standard for demonstrating ToM and is used as a cognitive milestone in pre-school years (Wellman et al. 2001). Nonetheless, individuals diagnosed with ASD have troubles as there is

considerable evidence that the majority of children diagnosed with autism have impairments in the development of a ToM (Baron-Cohen 1995; Baron-Cohen et al. 1993; Korkmaz 2011). Since these tasks only provide an absent or present conclusion, a measure that offers a range of success to assess the degree of impairment which could be compared with normal individuals was required. One such test is “Reading the mind in the eyes test” RMET (Baron-Cohen et al. 1997) revised by Baron-Cohen et al. (2001).

In recent years the use of RMET in studies is massive. Nonetheless, many studies that used the RMET performance have not accounted for differences between this test and other IQ test in normal individuals. For example, one study used the RMET to investigate social understanding among older and younger individuals without disorders and did not account for potential differences in general IQ (Bailey and Henry 2008). A recent meta-analysis suggests the possibility that individual differences in psychosocial functioning may reflect general IQ (Murphy and Hall 2011). The current revised version of the RMET, did not obtain a significant correlation between IQ and the RMET, suggesting that RMET “*is independent of general (nonsocial) intelligence*” (Baron-Cohen et al. 2001). This result



would be consistent with the recent propose about a dual route model of mental state understanding (Apperly et al. 2007; Sabbagh 2004). This model proposes that mental state understanding involves both an implicit, automatic, and inflexible process that operates independently of an explicit cognitively demanding flexible process (Baker et al. 2014). However, the latest meta-analysis found positive mean effect correlation between IQ and RMET performance ( $r=0.24$ ) in normal individuals but did not find any significant difference with verbal or performance IQ (Baker et al. 2014).

Results in relation to IQ and RMET in individuals diagnosed with ASD are contradictory. While some studies have found no significant correlation between IQ and the RMET in individuals diagnosed with autism, suggesting that RMET is independent of general IQ (Baron-Cohen et al. 2001; Brent, E et al. 2004; Peterson 2014), there is one study that has found a positive correlation using a bigger number of participants (Hollocks et al. 2014). In relation to verbal and performance ability and RMET a study conducted involving an adult sample found a significant correlation between RMET performance and verbal ability ( $r = 0.49$ ) but not performance ability ( $r = 0.18$ )

(Peterson and Miller 2012) which sheds light that verbal ability may play a larger role than performance ability in RMET.

Impairments in social recognition has been proposed as a core deficit among patients with autism, high functioning autism (HFA) or Asperger syndrome (AS) (Baron-Cohen et al, 2001; Happé et al. 2006; Rajendran and Mitchell 2007) and may persist across the lifespan, which might be camouflaged as a result of learning compensatory strategies (Baron-Cohen et al. 2001; Brent et al. 2004). Frith (1994) suggested that people with autism can learn compensatory strategies which can partially overcome social impairments by adaptation over a lifetime.

In relation to ASD, in studies with individuals diagnosed with HFA no correlation has been found between RMET and IQ (Holt et al. 2014; Kaland et al. 2008). This has also been found in two other studies conduct with HFA/AS combined individuals also concluded that total IQ is not related with RMET performance (Baron-Cohen et al. 1997, 2001). Some previous research had also included verbal intelligence (VIQ) as a moderator, but no correlation was found in individuals diagnosed with HFA (Golan et al., 2007; Kaland et al. 2008) or ASD (Peterson et al. 2015).

Referring to age, a previous study found no correlation between age and RMET performance in individuals diagnosed with HFA/AS and control individuals (Golan et al. 2007). Normally developing children take some time in developing ToM and usually fail ToM task at 3-4 years of age but are able to pass them by 5-6 years of age (Wellman et al. 2001). In contrast children diagnosed with ASD are generally delayed in ToM development and continue to fail these tests in late childhood and adolescence (Happé, 1995). Therefore, it could be expected that age would be correlated with normal participants but not with individuals diagnosed with ASD or HFA. In line with this, some studies have found no correlation between age and RMET performance in individuals diagnosed with HFA/AS (Holt et al. 2014) or ASD (Brent et al. 2004; Senju et al. 2002).

Childhood disintegrative disorder, AS and pervasive developmental disorders not otherwise specified (PDD-NOS) are considered a part of ASD in the diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5) (APA 2013) rather than as separate disorders as in American Psychiatric Association's Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV-TR) (APA 2000). However,

there are considerable differences in intellectual ability between these three entities. Individuals diagnosed with ASD tend to have a low and average distribution between VIQ and performance IQ (PIQ). Studies in children diagnosed with AS have found mixed results. One study has found that children diagnosed with AS have higher VIQ than PIQ while the opposite was present in children diagnosed with HFA (Klin et al. 1995). Some studies suggest that cognitive intelligence in children diagnosed with ASD may be more dependent on VIQ rather than that of controls as a compensatory mechanism for cognitive IQ, which may be compromised in individuals with poorer verbal abilities (Globerson et al. 2015; Harms et al. 2010). However, another study has found no difference between VIQ and PIQ (Ozonoff et al. 2000). Individuals diagnosed with HFA/AS have “weak central coherence” which can be summarized as a difficulty in using contexts including the verbal ability as described by Frith (2004). However social cognition and executive function was found to be similar in children diagnosed with HFA and AS (Manjiviona and Prior 1999; Miller and Ozonoff 2000). Children diagnosed with AS were found to have more abnormal preoccupations but less stereotyped behaviors than children diagnosed with HFA (Kugler 1998; McLaughlin-

Cheng 1998). Some studies suggest that HFA and AS are part of one disorder but differ in severity (Sanders 2009; Mazzone et al. 2012).

From our review of the topic the relation between IQ and RMET seems not to be clear in individuals diagnosed with ASD. Therefore, in the present study we conducted a meta-analysis of the relationship between RMET performance and IQ in normal subgroup and individuals diagnosed with ASD and HFA/AS. The aim of our investigation was to find (a) IQ correlation with RMET performance separately in individuals diagnosed with ASD and HFA/AS; (b) the correlation of verbal ability and performance ability to RMET performance in individuals diagnosed with ASD and HFA/AS; (c) To compare if the correlation is stronger in controls or in individuals diagnosed with ASD or HFA/AS; (d) Correlation of age with performance in RMET.

We hypothesized that the performance on RMET would have a correlation with IQ, that verbal ability and performance ability would have effect on the performance on RMET. Furthermore, we hypothesized that normal individuals may differ from individuals diagnosed with ASD, HFA and AS and age may have an influence on RMET performance.

### 3.3- Methods

The meta-analysis was conducted according to the Cochrane handbook for systematic interventions (Higgins and Green 2011).

#### Data Sources

A systematic literature search was conducted in PubMed/PsychInfo/clinicaltrials.gov from database inception through February 29th, 2016, without language restrictions, by three authors independently (IP, JS, AS) using the following search terms: (“autism” OR “Asperger syndrome” OR “high functioning autism” OR “autism spectrum disorder” OR " pervasive developmental" OR ASD) AND (“intelligence” OR “cognitive function” OR cognition) AND (“emotional intelligence” OR “eye test” OR “reading the mind in the eyes” OR RMET OR "eye task" OR "theory of mind" OR "emotion recognition" OR "facial expression" OR "facial affect" OR face OR eyes) . The electronic search was supplemented by a manual review of reference lists from eligible publications and relevant reviews. Additionally, the references of included studies were screened and authors were contacted to provide additional information.

### Study Selection

Inclusion criteria were (i) A version of the RMET must be used; (ii) An IQ test or a similar intelligence test must be carried out; (iii) Only studies that included individuals with a ASD diagnosis were considered (iv) Diagnoses must be either confirmed by a clinician prior to participation in the study using objective criteria acceptable at the time of publication or by using a standardized diagnostic tool. There were no restrictions regarding language, age or gender.

Exclusion criteria were (i) Complex or social emotions and other kind of emotional recognition test; (ii) Master and doctoral theses and conference presentations; (iii) Electroencephalographic, neuroimaging and physiological studies (iv) No other psychiatric pathology associated neither in the controls or patients.

### Data abstraction

Data were identified, checked and extracted by two authors independently (IP, AS) using the following categories: author; country; year of study publication; number of patients; age (mean and range), sex of the sample; diagnosis (ASD, HFA and AS), IQ tests

and subsets used and RMET results. Any inconsistencies were resolved by consensus or involvement of a third author (PFB).

### Statistical Analysis

Each IQ measure was grouped and subdivided into individuals diagnosed with ASD, HFA/AS and controls. Pearson's correlation using weighted means (Reed and Frankham 2001) was performed between VIQ, PIQ, full scale IQ, RMET and age in each subgroup using the SPSS software. Correlation is an effect size and so we can verbally describe the strength of the correlation using the guide that Evans (1996) (Table 1). Publication bias was assessed with the funnel plot and Egger's regression test (Egger et al. 1997).

### 3.4- Results

A group of 25 studies reported scores on IQ and RMET. We found 10 studies that reported data in individuals diagnosed with ASD with total number of participants  $N=394$  (Table 2). Fifteen studies reported on individuals diagnosed with HFA/AS with total number of participants  $N=472$  (Table 3). Corresponding fifteen control subgroup arms were present in the 25 studies we found with total number of participants  $N=503$  (Table 4). The final sample size was



1407. From these 25 studies, 24 studies reported on full scale IQ, 24 studies on VIQ and 9 studies on PIQ (Figure 1).

#### a) Controls

A significant very strong positive correlation using weighted means in controls was found between RMET and full scale IQ  $\{r=0.859, 95\% \text{ CI } (0.835 - 0.88), p<0.01\}$ . A strong positive correlation was also found between RMET and VIQ  $\{r=0.731, 95\% \text{ CI } (0.681 - 0.774), p<0.01\}$  which was also significant. However, a moderate negative correlation was found between RMET and PIQ  $\{r=-0.573, 95\% \text{ CI } (0.478 - 0.655), p<0.01\}$ . The RMET was moderately positively correlated with age  $\{r=0.575, 95\% \text{ CI } (0.517 - 0.628), p<0.01\}$  (Figure 2).

#### b) Autism spectrum disorder (ASD)

In individuals diagnosed with ASD a significant moderate positive correlation using weighted means was found between RMET and full scale IQ  $\{r=0.415, 95\% \text{ CI } (0.335 - 0.489), p<0.01\}$  but less than that of controls. A very strong positive correlation was also found between RMET and VIQ  $\{r=0.904, 95\% \text{ CI } (0.883 - 0.922), p<0.01\}$  which was stronger than that of controls ( $Z=7.41$ ). In ASD subgroup

a very strong positive relation was also found between RMET and PIQ { $r=0.889$ , 95% CI (0.863 – 0.91),  $p<0.01$ }. The RMET was moderately positively correlated with age { $r=0.560$ , 95% CI (0.495 – 0.618),  $p<0.01$ } (Figure 3).

c) High functioning autism/ Asperger syndrome (HFA/AS)

In individuals diagnosed with HFA/AS a very weak positive correlation using weighted means found between RMET and full scale IQ { $r=0.173$ , 95% CI (0.074 – 0.268),  $p<0.01$ } less than that of controls ( $Z=16.41$ ) and individuals diagnosed with ASD ( $Z=3.8$ ). However, a moderate significant negative correlation was also found between RMET and VIQ { $r=-0.421$ , 95% CI (0.304 – 0.526),  $p<0.01$ } and a strong negative correlation with PIQ { $r=-0.682$ , 95% CI (0.562 – 0.774),  $p<0.01$ }. The RMET was very weak positively correlated with age { $r=0.093$ , 95% CI (-0.104 -0.283),  $p<0.05$ } and was not significant (Figure 4).

d) High functioning autism/ Asperger syndrome (HFA/AS) and Autism spectrum disorder (ASD)

A weak positive correlation using weighted means in individuals diagnosed with HFA/AS was found between RMET and full scale IQ

{ $r=0.393$ , 95% CI (0.334 – 0.449),  $p<0.01$ }, strong positive with VIQ { $r=0.636$ , 95% CI (0.583 – 0.683),  $p<0.01$ } and weak positive with PIQ { $r=0.359$ , 95% CI (0.27 – 0.442),  $p<0.01$ }. The RMET was weakly positively correlated with age { $r=0.367$ , 95% CI (0.308 – 0.423),  $p<0.01$ } (Figure 5).

### Risk of Bias

There was no publication bias as the funnel plot showed equal distribution of studies around the mean effect size in RMET performance (Figure 6). Also in the studies we included, the correlation between RMET and IQ was not of primary interest, therefore the nature of such secondary outcome reduces the risk of bias (Eagly and Wood 1991).

### 3.5- Discussion

Our meta-analysis of 25 studies consisting of 1407 (ASD, HFA/AS and controls) total individuals indicates very strong positive correlation ( $r=0.86$ ) between RMET performance and IQ in controls, this relationship favors VIQ ( $r=0.73$ ) rather than PIQ ( $r=-0.57$ ). In individuals diagnosed with ASD we found a moderate positive correlation ( $r=0.41$ ) between performance and IQ and in individuals

diagnosed with HFA/AS we found a very weak positive correlation ( $r=0.17$ ) between RMET performance and IQ. This suggests that there is a relationship between performance on RMET and IQ which is more evident in controls than individuals diagnosed with ASD but not in individuals diagnosed with HFA/AS. In both, control and individuals diagnosed with ASD, the performance on RMET is correlated with age ( $r=0.57$  and  $0.56$ , respectively) but not in case of individuals diagnosed with HFA ( $r=0.17$ ).

In relation to the relationship between the RMET and IQ in normal individuals, the latest meta-analysis showed a positive correlation ( $r=0.24$ ) (Baker et al. 2014). However, in previous studies no correlation was found in control individuals (Kaland et al. 2008; Peterson et al. 2015) and results were marginally negative in other study (Brent et al. 2004). This could be explained as the total numbers of participants were not enough to link the correlation. Our meta-analysis found a very strong correlation in control individuals between RMET performance and full IQ as well as VIQ which can be explained by the selective nature of our meta-analysis. Since the results of our meta-analysis only accounted for those control individuals who had a corresponding subgroup of individuals

diagnosed with ASD and/or HFA/AS, the results are different than those found in the previous meta-analysis.

In comparison to Baker (2014) that did not account for relationship between RMET performance and IQ for individuals diagnosed with ASD or HFA/AS, our meta-analysis found a statistically significant correlation in individuals diagnosed with ASD between IQ and RMET performance. This was also true for VIQ and PIQ. The correlation is statistically significant and the effect is bigger in individuals diagnosed with ASD than individuals diagnosed with HFA. This finding is particularly important because results of individual studies have been very divergent. Some studies have found no correlation between individuals diagnosed with ASD and full IQ (Brent et al. 2004; Senju et al. 2002), but a positive correlation was found using a bigger number of participants (Hollocks et al. 2014). This result indicates that children diagnosed with ASD struggle with ToM abilities more than the typically developing children supporting previous findings (Brent et al. 2004). Furthermore, our meta-analysis found a strong correlation between VIQ and RMET performance in individuals diagnosed with ASD more than that of controls. Thus findings support the idea that cognitive IQ in children diagnosed with

ASD may be more dependent on VIQ than it is in controls as a compensatory mechanism for cognitive IQ which may be compromised in individuals with poorer verbal abilities (Globerson et al. 2015; Harms et al. 2010). Frith (1994) suggested that individuals diagnosed with ASD may have stronger associations between standard false belief performance and IQ and language than typically developing individuals. This indicates that the correct responses may be camouflaged as a result of learning compensatory strategies (Baron-Cohen et al. 2001; Brent et al. 2004) in contrast to the more intuitive solution for typically developing children. Furthermore, our meta-analysis supports the earlier findings of studies conducted by using different ToM instruments like Cambridge Mindreading Face-Voice Battery for Children which also found similar results (Golan et al. 2015).

Our results support that there is an important difference between individuals diagnosed with ASD and HFA/AS. In individuals diagnosed with ASD, the results obtained, show a medium correlation between global IQ and RMET and a strong correlation with VIQ and PIQ. But, in individuals diagnosed with HFA/AS the results between global IQ and RMET found a very low correlation,

while the results were negative with both VIQ and PIQ. These results suggest IQ may be a partially dependent factor from RMET performance in individuals diagnosed with ASD, but independent in individuals diagnosed with HFA. Although Baron-Cohen et al. (2001) considered RMET performance as independent of general IQ in autism, our results suggests that separating diagnoses could be necessary in the evaluation of these measures and the calculation of verbal and performance ability. Many authors have included in their studies VIQ as a moderator, but no significant correlation has been found in individuals diagnosed with HFA (Golan et al. 2007; Kaland et al. 2008) or ASD (Peterson et al. 2015).

The negative correlation between RMET performance and VIQ in individuals diagnosed with HFA is lower than that of controls and individuals diagnosed with ASD which could be explained by “weak central coherence” in individuals diagnosed with HFA/AS. These can be summarized as a difficulty in using contexts including the verbal ability as described by Frith (2004). So these results suggest that VIQ in individuals diagnosed with HFA/AS works independently from general IQ.

In the original articles reporting on RMET, using ASD and HFA combined individuals, concluded that full IQ was not related with RMET performance (Baron-Cohen et al. 2001, 1997). In our meta-analysis on combining the individuals diagnosed with ASD and HFA/AS, we found that there is a weak positive correlation ( $r=0.39$ ) in combined ASD and HFA/AS individuals which suggests that social cognition may be partly dependent on general IQ. However, this correlation is less than that of control participants and individuals diagnosed with ASD. This could be due to the combined effect of negative correlation in individuals diagnosed with HFA/AS and positive correlation in individuals diagnosed with ASD. This suggests that including ASD, HFA and AS in one clinical entity could be misleading and separation of these conditions as oppose to DSM-5 should be considered (APA 2013).

In relation to PIQ, only one study reports about the correlation between RMET and PIQ in HFA/AS diagnosed individuals with control individuals and no significant correlations were found (Golan et al. 2007). Our meta-analysis found a strong correlation in individuals diagnosed with ASD but a negative correlation in either individuals diagnosed with HFA/AS or controls. Considering all the



individuals diagnosed with autism together we found a significantly correlation as well, although a limited number of studies reported on PIQ.

In our results we found moderately positive correlation between performance on RMET and age in controls and individuals diagnosed with ASD, but no correlation was found in individuals diagnosed with HFA/AS. One study found no correlation between age and RMET performance in individuals diagnosed with ASD and control participants (Golan et al. 2007). Normally developing children usually fail ToM task at 3-4 years of age but are able to pass them by 5-6 years of age (Wellman et al. 2001). In contrast children diagnosed with ASD are generally delayed in ToM development and continue to fail these tests in late childhood and adolescence (Happé 1995). Therefore, it could be expected that age is correlated with control participants but not with individuals diagnosed with ASD or HFA/AS. Previous studies found no correlation in individuals diagnosed with ASD as well as control individuals (Brent et al. 2004; Peterson et al. 2015). Some study has also found no correlation between age and RMET performance in individuals diagnosed with HFA/AS (Holt et al. 2014). Our results suggest that the performance

in RMET is influenced by age in typically developing individuals. This can be described by everyday exposure to body language during social interaction which may enhance this skill in these individuals (Peterson 2014). Individuals diagnosed with ASD and HFA/AS differ in this aspect which can be explained as these individuals may learn compensatory strategies better than individuals diagnosed with ASD.

Neuroimaging study have found eye test score to be positively correlated with white matter volumes in the left dmPFC and TPJ and is associated with volumes of both grey and white matter in the fronto temporoparietal regions (Sato et al., 2016). They suggest that the ability to read the mind in the eyes has, at least partially, specific neural substrates that are separate from those for executive function. This indicates that RMET is at least partially dependent of IQ.

It is not certain whether the ToM processes are somewhat modular, operating independently from general IQ resources. A dual route model has emerged in which social understanding in everyday situations involves two models one of implicit, early-emerging, relatively automatic and inflexible processes and other of more explicit cognitively demanding flexible processes (Baker et al.,

2014). Though, performance in social perceptual processes such as reading face emotion should be less complex and less dependent on IQ than complex performances such as strange stories that require explicit analysis of meaning conveyed in discourse. It is important to note that our analysis does not confirm or refute either a modular model or a dual route model. In both the process we expect real world performance of social cognitive tasks to be more complex and include several processes of which one component could be general IQ. A meta-analysis between other ToM tasks and measures of IQ is required to make a comparison between IQ and different ToM tasks.

The limitation of our study was that we took only those control participants who had a subsequent group of individuals diagnosed with ASD and/or HFA/AS. Therefore, it should be considered that our study is for comparison of control individuals and individuals diagnosed with ASD and/or HFA/AS. Because of the selective nature of our study we found a bigger correlation in controls between IQ and RMET performance than in previous studies. Our results suggest that IQ is correlated with controls more than individuals diagnosed with ASD and not or weakly correlated in individuals diagnosed with HFA/ AS. Many studies only reported on full scale IQ but did not

report on VIQ and PIQ. Studies with larger number of individuals could be helpful in finding statistically significant correlation.

### 3.6- Conclusion

To our knowledge, this is the first meta-analysis in attempt to synthesize existing literature on the relationship between RMET performance and IQ in individuals diagnosed with autism. The results of this study suggest that RMET performance is dependent on general IQ and VIQ in normal individuals and individuals diagnosed with ASD. The correlation is stronger in normal individuals than in individuals diagnosed with ASD. We also found that RMET performance improves with age in normal individuals and individuals diagnosed with ASD. Further research on the relationship between tests of ToM including RMET performance and IQ in different subgroups of ASD, HFA, AS and controls would be beneficial. The question still remains unclear whether the ToM plays a role in cognitive IQ or vice versa. Further studies in regard of this aspect should be conducted.

### 3.7- Compliance with ethical standards

Funding: This research was partially funded by the Spanish Ministry of Economy (PSI2012-37490) and the Innovation and Development Agency of Andalusia, Spain (SEJ-07325).

Ethical approval: This article does not contain any studies with human participants performed by any of the authors.

### 3.8- References

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Fifth Edition). American Psychiatric Association.

American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Forth Edition Revised). American Psychiatric Association.

Apperly, I. A., Samson, D., Chiavarino, C., Bickerton, W.-L., & Humphreys, G. W. (2007). Testing the domain-specificity of a theory of mind deficit in brain-injured patients: evidence for consistent performance on non-verbal, “reality-unknown” false belief and false photograph tasks. *Cognition*, *103*(2), 300–321.

- Bailey, P. E., & Henry, J. D. (2008). Growing less empathic with age: disinhibition of the self-perspective. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 63(4), P219–P226.
- Baker, C. A., Peterson, E., Pulos, S., & Kirkland, R. A. (2014). Eyes and IQ: A meta-analysis of the relationship between intelligence and “Reading the Mind in the Eyes.” *Intelligence*, 44, 78–92.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.
- Baron-Cohen, S., Jolliffe, T., Mortimore, C., & Robertson, M. (1997). Another advanced test of theory of mind: evidence from very high functioning adults with autism or asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 38(7), 813–822.
- Baron-Cohen, S., Ring, H. A., Wheelwright, S., Bullmore, E. T., Brammer, M. J., Simmons, A., & Williams, S. C. R. (1999). Social intelligence in the normal and autistic brain: an fMRI study: Social intelligence in the normal and autistic brain. *European Journal of Neuroscience*, 11(6), 1891–1898.

Baron-Cohen, S., Tager-Flusberg, H., & Cohen, D. J. (Eds). (1993).  
From attention-goal psychology to belief-desire psychology:  
The development of a theory of mind and its dysfunction. In  
*Understanding Other Minds: Perspectives from Autism*.  
Oxford: Oxford University Press.

Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I.  
(2001). The “Reading the Mind in the Eyes” Test revised  
version: a study with normal adults, and adults with Asperger  
syndrome or high-functioning autism. *Journal of Child  
Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 42(2),  
241–251.

Brent E., Rios P., Happe F., Charman T. (2004). Performance of  
children with autism spectrum disorder on advanced theory  
of mind tasks. *Autism* 8 283–299.

Demurie, E., Roeyers, H., Baeyens, D., & Sonuga-Barke, E. (2011).  
Common alterations in sensitivity to type but not amount of  
reward in ADHD and autism spectrum disorders. *Journal of  
Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*,  
52(11), 1164–1173.

Dziobek, I., Fleck, S., Kalbe, E., Rogers, K., Hassenstab, J., Brand,  
M., Convit, A. (2006). Introducing MASC: A Movie for the

- Assessment of Social Cognition. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(5), 623–636.
- Eagly, A. H., & Wood, W. (1991). Explaining Sex Differences in Social Behavior: A Meta-Analytic Perspective. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 17(3), 306–315.
- Egger, M., Davey Smith, G., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ*, 315(7109), 629–634.
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Pacific Grove: Brooks/Cole Pub. Co.
- Friedrich, E. V. C., Sivanathan, A., Lim, T., Suttie, N., Louchart, S., Pillen, S., & Pineda, J. A. (2015). An Effective Neurofeedback Intervention to Improve Social Interactions in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*.
- Frith, U. (1994). Autism and theory of mind in everyday life. *Social Development*, 3(2), 108–124.
- Frith, U. (2004). Emanuel Miller lecture: confusions and controversies about Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 45(4), 672–686.



- Globerson, E., Amir, N., Kishon-Rabin, L., & Golan, O. (2015). Prosody Recognition in Adults with High-Functioning Autism Spectrum Disorders: From Psychoacoustics to Cognition. *Autism Research*, 8(2), 153–163.
- Golan, O., Baron-Cohen, S., Hill, J. J., & Rutherford, M. D. (2007). The “Reading the Mind in the Voice” Test-Revised: A Study of Complex Emotion Recognition in Adults with and Without Autism Spectrum Conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(6), 1096–1106.
- Golan, O., Sinai-Gavrilov, Y., & Baron-Cohen, S. (2015). The Cambridge Mindreading Face-Voice Battery for Children (CAM-C): complex emotion recognition in children with and without autism spectrum conditions. *Molecular Autism*, 6(1).
- Goldstein, G., Allen, D. N., Minshew, N. J., Williams, D. L., Volkmar, F., Klin, A., & Schultz, R. T. (2008). The structure of intelligence in children and adults with high functioning autism. *Neuropsychology*, 22(3), 301–312.
- Guastella, A. J., Gray, K. M., Rinehart, N. J., Alvares, G. A., Tonge, B. J., Hickie, I. B., Einfeld, S. L. (2015). The effects of a course of intranasal oxytocin on social behaviors in youth diagnosed with autism spectrum disorders: a randomized

controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 56(4), 444–452.

Hagberg, B., Billstedt, E., Nydén, A., & Gillberg, C. (2015). Asperger syndrome and nonverbal learning difficulties in adult males: self- and parent-reported autism, attention and executive problems. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 24(8), 969–977.

Happé, F. G. E. (1995). The Role of Age and Verbal Ability in the Theory of Mind Task Performance of Subjects with Autism. *Child Development*, 66(3), 843–855.

Happé, F., Ronald, A., & Plomin, R. (2006). Time to give up on a single explanation for autism. *Nature Neuroscience*, 9(10), 1218–1220.

Harms, M. B., Martin, A., & Wallace, G. L. (2010). Facial Emotion Recognition in Autism Spectrum Disorders: A Review of Behavioral and Neuroimaging Studies. *Neuropsychology Review*, 20(3), 290–322.

Higgins JPT, Green S (Eds). (2011) *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*. The Cochrane Collaboration. Available from [www.cochrane-handbook.org](http://www.cochrane-handbook.org).

- Hollocks, M. J., Jones, C. R. G., Pickles, A., Baird, G., Happé, F., Charman, T., & Simonoff, E. (2014). The Association between Social Cognition and Executive Functioning and Symptoms of Anxiety and Depression in Adolescents with Autism Spectrum Disorders: Neurocognitive ability, anxiety, and depression. *Autism Research*, 7(2), 216–228.
- Holt R.J., Chura L.R., Lai M.C., Suckling J., von dem Hagen E., Calder a J. (2014). Reading the Mind in the Eyes: an fMRI study of adolescents with autism and their siblings. *Psychological Medicine*; 44(15):3215–3227.
- Kaland, N., Callesen, K., Møller-Nielsen, A., Mortensen, E. L., & Smith, L. (2008). Performance of Children and Adolescents with Asperger Syndrome or High-functioning Autism on Advanced Theory of Mind Tasks. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(6), 1112–1123.
- Kandalajt, M. R., Didehbani, N., Krawczyk, D. C., Allen, T. T., & Chapman, S. B. (2013). Virtual Reality Social Cognition Training for Young Adults with High-Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*,43(1),34–44.

- Kirchner, J. C., Hatri, A., Heekeren, H. R., & Dziobek, I. (2011). Autistic Symptomatology, Face Processing Abilities, and Eye Fixation Patterns. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *41*(2), 158–167.
- Klin, A., Volkmar, F.R., Sparrow, S.S., Cicchetti, D.V., Rourke, B.P., (1995). Validity and neuropsychological characterization of Asperger syndrome: convergence with nonverbal learning disabilities syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *36*, 1127–1140
- Korkmaz, B. (2011). Theory of mind and neurodevelopmental disorders of childhood. *Pediatric Research*, *69*(5 Pt 2), 101R–8R.
- Lai, M.-C., Lombardo, M. V., Ruigrok, A. N. V., Chakrabarti, B., Wheelwright, S. J., Auyeung, B., Baron-Cohen, S. (2012). Cognition in Males and Females with Autism: Similarities and Differences. *PLoS ONE*, *7*(10), e47198.
- Lombardo, M. V., Barnes, J. L., Wheelwright, S. J., & Baron-Cohen, S. (2007). Self-Referential Cognition and Empathy in Autism. *PLoS ONE*, *2*(9), e883.
- Kugler, B., (1998). The Differentiation between Autism and Asperger Syndrome. *Autism*, *2*, 11–32.

- Manjiviona, J., Prior, M., (1999). Neuropsychological Profiles of Children with Asperger Syndrome and Autism. *Autism*, 3, 327–356.
- Mazzone, L., Ruta, L. and Reale, L. (2012). Psychiatric comorbidities in Asperger syndrome and high functioning autism: diagnostic challenges. *Annals of General Psychiatry*, 11(1), p.16.
- McLaughlin-Cheng, E., (1998). Asperger Syndrome and Autism A Literature Review and Meta-Analysis. *Focus on Autism and other Developmental Disability*, 13, 234–245.
- Miller, J.N., Ozonoff, S., (2000). The external validity of Asperger disorder: lack of evidence from the domain of neuropsychology. *Journal of Abnormal Psychology*, 109, 227–238.
- Murphy, D. (2006). Theory of mind in Asperger's syndrome, schizophrenia and personality disordered forensic patients. *Cognitive Neuropsychiatry*, 11(2), 99–111.
- Murphy, N. A., & Hall, J. A. (2011). Intelligence and interpersonal sensitivity: A meta-analysis. *Intelligence*, 39(1), 54–63.
- Nader, A.-M., Courchesne, V., Dawson, M., & Soulières, I. (2014). Does WISC-IV Underestimate the Intelligence of Autistic

- Children? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(5), 1582–1589.
- Ozonoff, S., South, M., Miller, J.N., (2000). DSM-IV-Defined Asperger Syndrome: Cognitive, Behavioral and Early History Differentiation from High-Functioning Autism. *Autism*, 4, 29–46.
- Ozonoff, S., Young, G. S., Carter, A., Messinger, D., Yirmiya, N., Zwaigenbaum, L., Stone, W. L. (2011). Recurrence risk for autism spectrum disorders: a Baby Siblings Research Consortium study. *Pediatrics*, 128(3), e488–495.
- Peterson, C. (2014). Theory of mind understanding and empathic behavior in children with autism spectrum disorders. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 39, 16–21.
- Peterson, C. C., Slaughter, V., & Brownell, C. (2015). Children with autism spectrum disorder are skilled at reading emotion body language. *Journal of Experimental Child Psychology*, 139, 35–50.
- Peterson, E., & Miller, S. F. (2012). The Eyes Test as a Measure of Individual Differences: How much of the Variance Reflects Verbal IQ? *Frontiers in Psychology*, 3.

- Rajendran, G., & Mitchell, P. (2007). Cognitive Theories of Autism. *Developmental Review, 27*(2), 224–260.
- Reed, D. H., & Frankham, R. (2001). How closely correlated are molecular and quantitative measures of genetic variation? A meta-analysis. *Evolution 55*:1095–1103.
- Rueda, P., Fernández-Berrocal, P., & Baron-Cohen, S. (2015). Dissociation between cognitive and affective empathy in youth with Asperger Syndrome. *European Journal of Developmental Psychology, 12*(1), 85–98.
- Sabbagh, M. A. (2004). Understanding orbitofrontal contributions to theory-of-mind reasoning: implications for autism. *Brain and Cognition, 55*(1), 209–219.
- Sanders, J. (2009). Qualitative or Quantitative Differences Between Asperger's Disorder and Autism? Historical Considerations. *Journal of Autism Developmental Disorder, 39*(11), pp.1560-1567.
- Sato, W., Kochiyama, T., Uono, S., Sawada, R., Kubota, Y., Yoshimura, S., & Toichi, M. (2016). Structural Neural Substrates of Reading the Mind in the Eyes. *Frontiers in Human Neuroscience, 10*, 151.

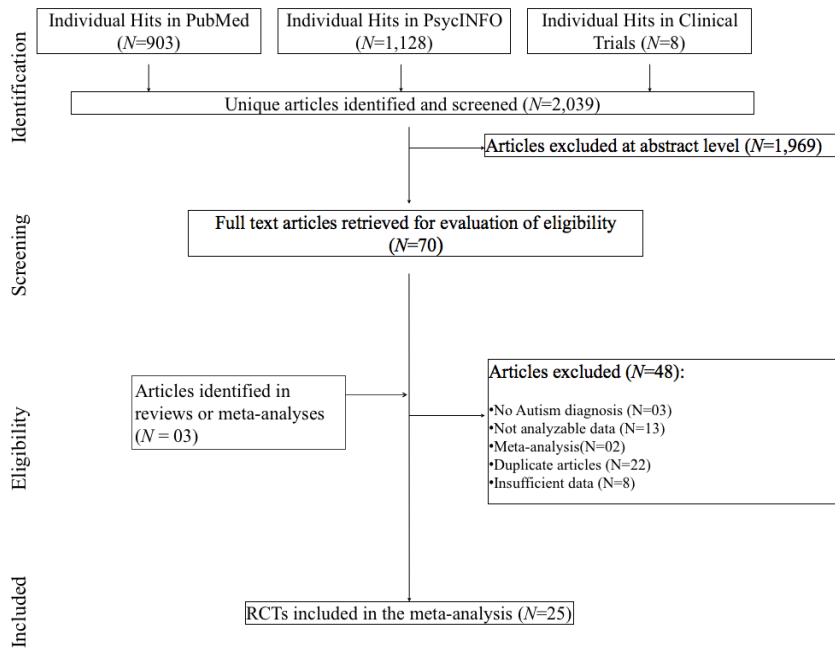
- Senju A, Tojo Y, Konno M, Dairoku H, Hasegawa T.. (2002). Reading mind from pictures of eyes: theory of mind, language ability, general intellectual ability, and autism. *Shinrigaku Kenkyu*, 73(1):64–70.
- Soorya, L. V., Siper, P. M., Beck, T., Soffes, S., Halpern, D., Gorenstein, M., Wang, A. T. (2015). Randomized Comparative Trial of a Social Cognitive Skills Group for Children With Autism Spectrum Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 54(3), 208–216.e1.
- Spek, A. A., Scholte, E. M., & Van Berckelaer-Onnes, I. A. (2010). Theory of Mind in Adults with HFA and Asperger Syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(3), 280–289.
- Stichter, J. P., Herzog, M. J., Visovsky, K., Schmidt, C., Randolph, J., Schultz, T., & Gage, N. (2010). Social Competence Intervention for Youth with Asperger Syndrome and High-functioning Autism: An Initial Investigation. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(9), 1067–1079.



- Uekermann, J., & Daum, I. (2008). Social cognition in alcoholism: a link to prefrontal cortex dysfunction? *Addiction*, *103*(5), 726–735.
- Vogindroukas, I., Chelas, E.-N., & Petridis, N. E. (2014). Reading the Mind in the Eyes Test (Children’s Version): A Comparison Study between Children with Typical Development, Children with High-Functioning Autism and Typically Developed Adults. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, *66*(1-2), 18–24.
- Wellman, H. M., Cross, D., & Watson, J. (2001). Meta-analysis of theory-of-mind development: the truth about false belief. *Child Development*, *72*(3), 655–684.
- Wilson, C. E., Happé, F., Wheelwright, S. J., Ecker, C., Lombardo, M. V., Johnston, P., Murphy, D. G. M. (2014). The Neuropsychology of Male Adults with High-Functioning Autism or Asperger Syndrome. *Autism Research*, *7*(5), 568–581.
- Woodruff, G., Premack, D., & Kennel, K. (1978). Conservation of liquid and solid quantity by the chimpanzee. *Science*, *202*(4371), 991–994.

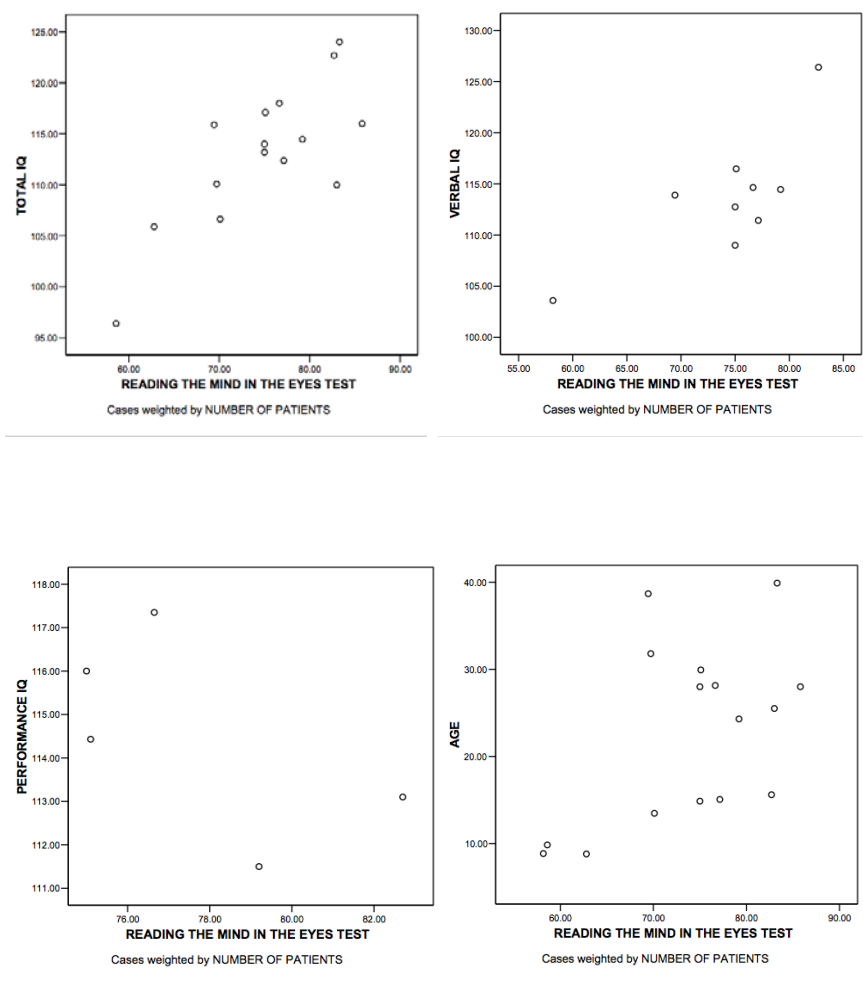
### 3.9- Figures

Figure 1 top



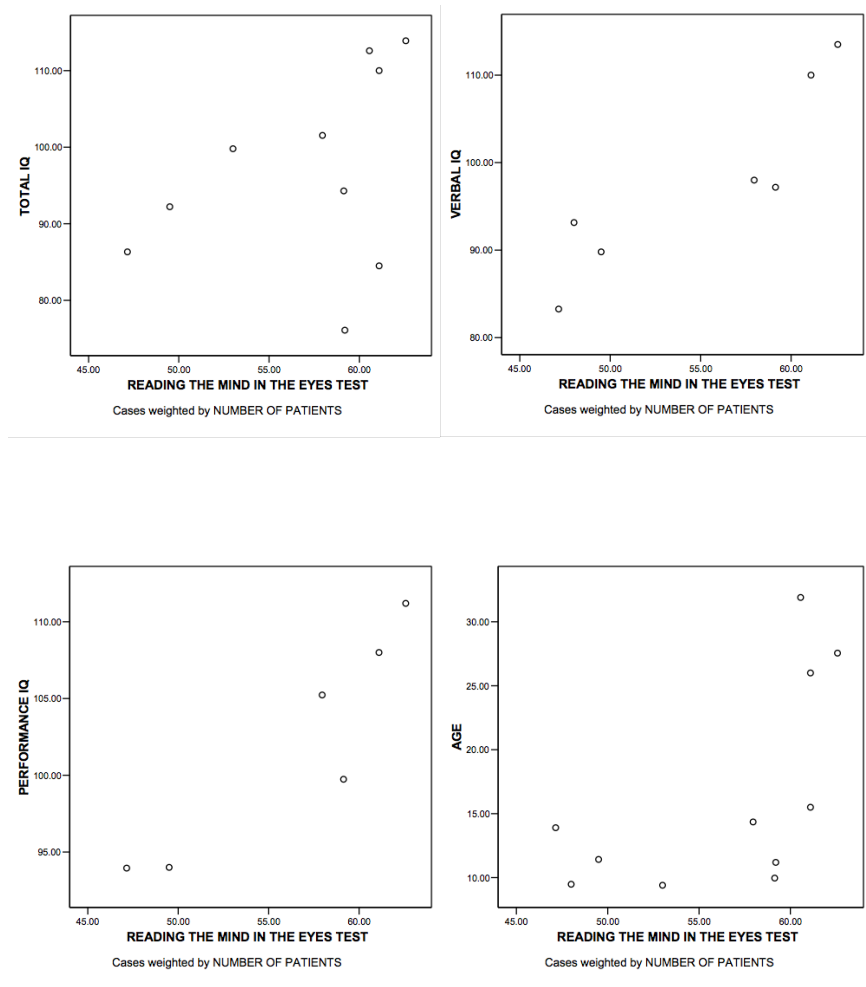
Flow Chart

Figure 2 top



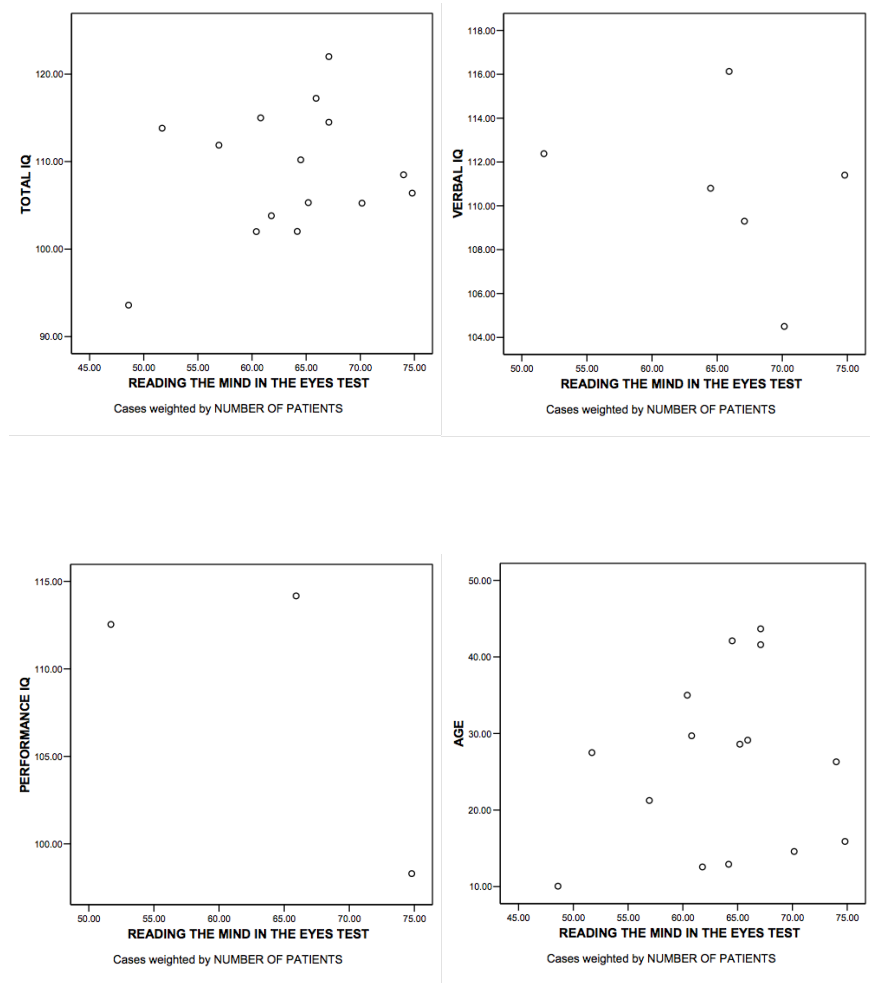
Scatter plot of control individuals

Figure 3 top



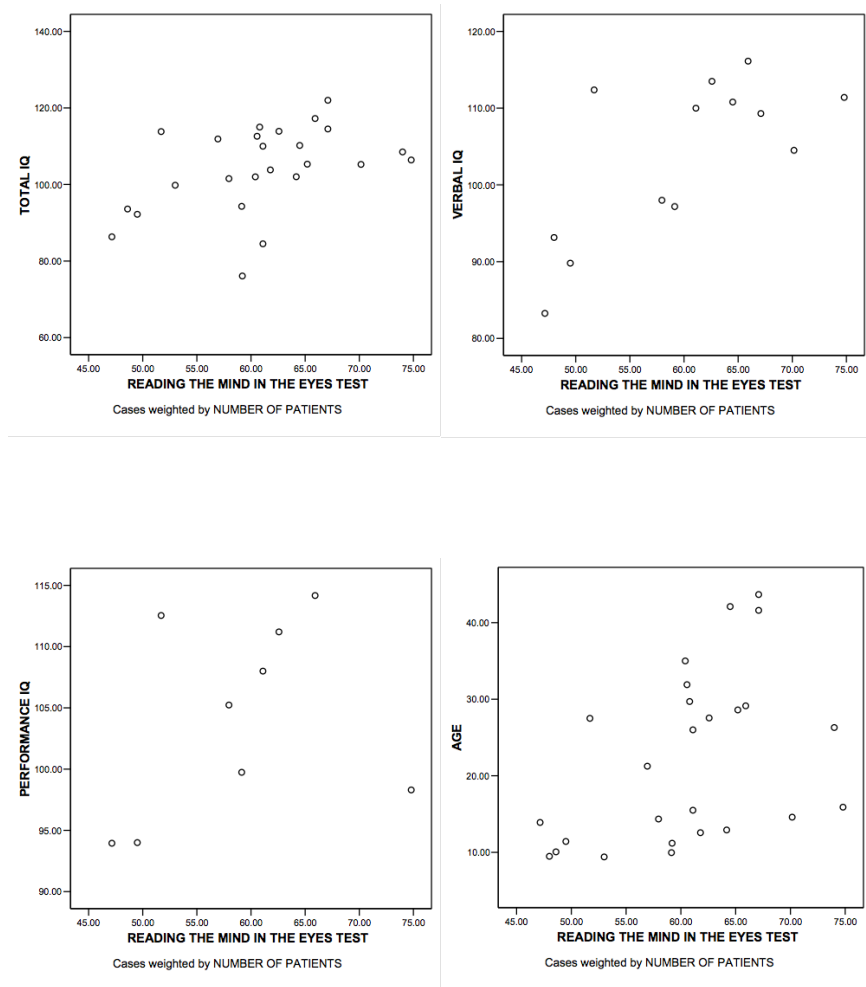
Scatter plot of individuals diagnosed with ASD.

Figure 4 top



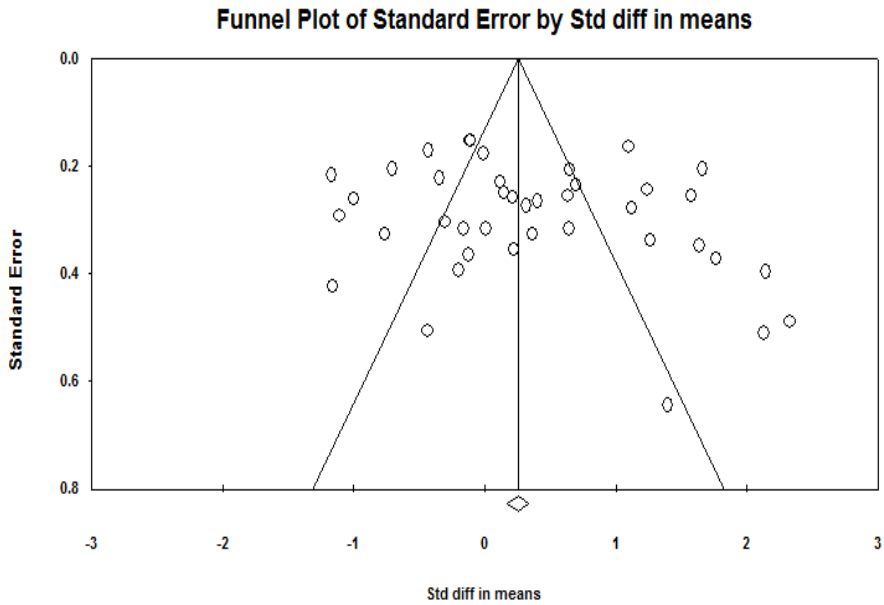
Scatter plot of individuals diagnosed with HFA/AS.

Figure 5 top



Scatter plot of individuals diagnosed with HFA/AS and ASD

Figure 6 top



Funnel plot of studies included in the meta-analysis to assess for publication bias. Each dot represents a study included in the meta-analysis, with the Y axis representing the standard error of each study and the X axis, standard difference in means of each study.

## 3.10- Tables

Table 1: Analysis of the correlation between RMET performance and the different subgroups

<b>Correlations</b>		TOTAL IQ	VERBAL IQ	PERFORMANCE IQ	AGE	READING THE MIND IN THE EYES TEST
<b>Controls</b> READING THE MIND IN THE EYES TEST	Pearson Correlation	.859(**)	.731(**)	-.573(**)	.575(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.
	N	512	375	222	553	553
<b>ASD</b> READING THE MIND IN THE EYES TEST	Pearson Correlation	.415(**)	.904(**)	.889(**)	.560(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.
	N	441	327	294	474	474
<b>HFA/AS</b> READING THE MIND IN THE EYES TEST	Pearson Correlation	.173(**)	-.421(**)	-.682(**)	.093	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.000	.069	.
	N	380	211	101	380	380
<b>HFA/AS &amp; ASD</b> READING THE MIND IN THE EYES TEST	Pearson Correlation	.393(**)	.636(**)	.359(**)	.367(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.
	N	821	538	395	854	854
r: .00-.19 “very weak”, .20-.39 “weak”, .40-.59 “moderate”, .60-.79 “strong” and .80-1.0 “very strong”(Evans ‘1996). **p<0.01						



Table 2: Demographics of controls individuals.

Study	Design	Diagnosis	Age: yrs $\pm$ SD (range)	N	Sex: Male (%)	IQ SCALE	Total IQ: Total $\pm$ SD (range)	Verbal IQ: Total $\pm$ SD (range)	Performance IQ: Total $\pm$ SD (range)	RMET: Total % $\pm$ SD
Baron-Cohen et al. (1999) UK	CS	Controls	25.5 $\pm$ 2.8	12	6(50)	WAIS-R	110 $\pm$ 8.50			83 $\pm$ 7.30
Baron-Cohen et al. (2001) UK	CS	Controls	28 $\pm$ 9.00	14		WAIS-R	116 $\pm$ 6.40			85.8 $\pm$ 8.30
Brent et al. (2004) UK	CS	Controls	8.8 $\pm$ 0.21 (5-13)	20	6(30)	WISC-III	105.9 $\pm$ 11.60			62.8 $\pm$ 15.10
Dziobek et al.(2006) US	CS	Controls	39.9 $\pm$ 12.6 (22-60)	20	18(90)	WAIS-R	124 $\pm$ 6.00 (108-139)			83.3 $\pm$ 7.50
Golan et al. (2007) UK	CS	Controls	24.3 $\pm$ 7.71 (17-51)	22	17(77.27)	WASI	114.45 $\pm$ 9.94 (97-138)	114.45 $\pm$ 13.49 (86-138)	111.5 $\pm$ 8.44 (92-128)	79.2 $\pm$ 8.70
Holt et al. (2014) UK	CS	Controls	15.06 $\pm$ 1.65 (12-18)	40	20(50)	WASI	112.38 $\pm$ 11.25	111.43 $\pm$ 12.16		77.14 $\pm$ 6.33
Holt et al. (2014) UK	CS	Siblings	14.86 $\pm$ 2.18 (12-18)	40	12(30)	WASI	113.21 $\pm$ 10.21	112.75 $\pm$ 13.11		75 $\pm$ 8.33

Kaland et al. (2008) Norway	CS	Controls	15.6±3.30 (9.5-20.67)	20	20(100)	WISC-III	122.7±11.20 (102-142)	126.4±10.60 (104-144)	113.1±14.70 (78-136)	82.7
Kirchner, et al.(2011) Germany	CS	Controls	31.8±7.40	21	15(71.43)	Wortschatz Test	110.10±8.70			69.72±10.56
Lai et al. (2012) UK	CS	Controls	28.15±6.13 (14-49)	64	32(50)	WASI	118±10.38	114.65±11.77	117.35±10.54	76.65±3.60
Lombardo et al. (2007) UK	CS	Controls	29.93±7.83 (19-43)	30	23(76.67)	WASI	117.1±8.65	116.47±8.65	114.43±10.08	75.1±10.80
Peterson et al.(2015) Australia	CS	Controls	8.85±1.82	41	17(41.46)	PPVT-R		103.6±18.66		58.17±14.50
Rueda et al. (2015) Spain	CS	Controls	13.47±1.78	38		WISC-III	106.65±10.38			70.11±9.96
Spek et al. (2010) Netherlands	CS	Controls	38.68±9.3 (18-60)	32	24(75)	WAIS-III	115.9±10.00	113.9±11.7		69.44±9.97
Wilson et al.(2014) UK	CS	Controls	28±6.00 (18-43)	89	89(100)	WASI	114±12.00	109±13.00	116±12.00	75±11.10

Total Studies=15 and US Canada studies=1 Europe studies=12 Rest of the world studies=1	CS studies=15 of total studies	Mean Age=23.39 (5-60)	Total N=503	Total Male=64.75%	Mean total IQ=106.69 (97-142)	Mean Verbal IQ=100.91 (86-144)	Mean Performance IQ=114.48 (78-136)	Mean RMET score=74.87%
<p>ASD: Autism Spectrum Disorders; CS: Cross Sectional; IQ: Intelligence; HFA/AS: High Functioning Autism/Asperger Syndrome; N: Number of participants; WAIS-III: Wechsler Adults Intelligence Scale Third Edition WAIS-R; Wechsler Adults Intelligence Scale- Revised; WASI: Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence; WISC-III: Wechsler Intelligence Scale for Children Third Edition; WISC-IV: Wechsler Intelligence Scale for Children Fourth Edition ; WISC-R: Wechsler Intelligence Scale for Children- Revised; PPVT-R: Peabody Picture Vocabulary Test - Revised</p>								



Table 3: Demographics of individuals diagnosed with Autism Spectrum Disorder

Study	Design	Diagnosis	Age: yrs $\pm$ SD (range)	Age: yrs $\pm$ SD (range)	N	Sex: Male (%)	IQ SCALE	Total IQ: Total $\pm$ SD (range)	Verbal IQ: Total $\pm$ SD (range)	Performance IQ: Total $\pm$ SD (range)	RMET: Total % $\pm$ SD
Brent, et al. (2004) UK	CS	ASD	9.4 $\pm$ 0.18 (6-12)	9.4 $\pm$ 0.18 (6-12)	20	18(90)	WISC-III	99.8 $\pm$ 20.60			53 $\pm$ 13.96
Demurie et al. (2011) Belgium	CS	ASD	14.35 $\pm$ 1.24	14.35 $\pm$ 1.24	13	12(92.31)	WISC-III	101.54 $\pm$ 11.56	98 $\pm$ 11.92	105.23 $\pm$ 14.31	57.96 $\pm$ 14.00
Friedrich et al.(2015) UK	Longitudinal	ASD	11.42 $\pm$ 3.16 (6-17)	11.42 $\pm$ 3.16 (6-17)	13	12(92.31)	WASI	92.22 $\pm$ 26.40	89.8 $\pm$ 27.56	94 $\pm$ 24.50	49.5
Guastella et al. (2015) Australia	Longitudinal	ASD	13.9 $\pm$ 1.8 (12-18)	13.9 $\pm$ 1.8 (12-18)	50	50(100)	Weschler	86.33 $\pm$ 21.17	83.26 $\pm$ 23.60	93.95 $\pm$ 20.67	47.15 $\pm$ 15.00

Kirchner et al.(2011) Germany	CS	ASD	31.9±7.60	31.9±7.60	20	15(75)	Wortschatztest	112.6±11.60				60.56±14.44
Lai et al.(2012) UK	CS	ASD	27.55±7.74 (14-49)	27.55±7.74 (14-49)	64	32(50)	WASI	113.9±15.30	113.5±14.94	111.2±16.20		62.58±0.24
Peterson et al.(2015) Australia	CS	ASD	9.48±1.67	9.48±1.67	34	29(85.29)	PPVT-R		93.15±21.82			48±17.40
Senju et al. (2002) Japan	CS	ASD	11.19	11.19	22	17(77.27)	WISC-R	76.1±14.90 (52-144)				52.9±10.40
Soorya et al.(2015) US	Longitudinal	ASD	9.96±0.13 (8-10)	9.96±0.13 (8-10)	69	57(82.61)	WISC-IV	94.29±0.81	97.18±1.04	99.74±1.08		59.14±2.40
Wilson et al. (2014) UK	CS	ASD	26±7.00 (18-43)	26±7.00 (18-43)	89	89(100)	WASI	110±15.00	110±14.00	108±16.00		61.1±16.70

Total Studies=10 US and Canada studies=1 10% of total studies	CS studies=7 70% of total studies	Mean Age=16.51 (6-49)	Mean Age=16.51 (6-49)	Mean Age=16.51 (6-49)	Total N=394	Total Male=84.47%	Mean total IQ=98.5 (52- 144)	Mean Verbal IQ=97.84	Mean Performance IQ=102.02	Mean RMET score=55.19%
Europe studies=6 60% of total studies	Longitudinal studies=3 30% of total studies									
Rest of the world studies=3 30% of total studies										

ASD: Autism Spectrum Disorders; CS: Cross Sectional; IQ: Intelligence; HFA/AS: High Functioning Autism/Asperger Syndrome; N: Number of participants; WAIS-III: Wechsler Adults Intelligence Scale Third Edition WAIS-R; Wechsler Adults Intelligence Scale- Revised; WASI: Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence; WISC-III: Wechsler Intelligence Scale for Children Third Edition; WISC-IV; Wechsler Intelligence Scale for Children Fourth Edition ; WISC-R: Wechsler Intelligence Scale for Children- Revised; PPVT-R: Peabody Picture Vocabulary Test - Revised

Table 4: Demographics of individuals diagnosed with High Functioning Autism/ Asperger Syndrome participants

Study	Design	Diagnosis	Age: yrs $\pm$ SD (range)	N	Sex: Male (%)	IQ SCALE	Total IQ: Total $\pm$ SD (range)	Verbal IQ: Total $\pm$ SD (range)	Performance IQ: Total $\pm$ SD (range)	RMET: Total % $\pm$ SD
Baron-Cohen et al. (1997) UK	CS	HFA/AS	28.6 $\pm$ 9.70 (18-49)	16	13(81.25)	WAIS-R	105.31 $\pm$ 13.00 (86-133)			65.2 $\pm$ 11.60
Baron-Cohen et al. (1999) UK	CS	HFA/AS	26.3 $\pm$ 2.10	6	4(66.67)	WAIS-R	108.5 $\pm$ 10.5			74 $\pm$ 1.80
Baron-Cohen et al.(2001) UK	CS	HFA/AS	29.7 $\pm$ 14.50	15	15(100)	WAIS-R	115 $\pm$ 16.10			60.8 $\pm$ 18.30
Dziobek et al. (2006) US	CS	HFA/AS	41.6 $\pm$ 10.40 (25-62)	21	19(90.48)	WAIS-R	122 $\pm$ 6.10 (111-134)			67.1 $\pm$ 12.90
Golan et al. (2007) UK	CS	HFA/AS	27.5 $\pm$ 8.50 (17-50)	50	40(80)	WASI	113.82 $\pm$ 11.51 (92-138)	112.38 $\pm$ 11.60 (84-132)	112.54 $\pm$ 12.68 (88-135)	51.7 $\pm$ 18.90
Hollocks et al., (2014) UK	CS	HFA/AS	15.5 $\pm$ 0.47 (14.7-16.8)	90	82(91.11)	WASI	84.5 $\pm$ 17.20 (50-119)			61.1 $\pm$ 15.40

Holt et al. (2014) UK	CS	HFA/AS	14.59±1.72 (12-18)	49	33(67.35)	WASI	105.25±15.60	104.5±18.20		70.16±11.80
Kaland et al. (2008) Norway	CS	HFA/AS	15.9±3.20 (10.16-20.3)	21	21(100)	WISC-III	106.4±16.80 (81-134)	111.4±16.90 (90-138)	98.3±16.90 (90-138)	74.8±7.50
Kandalafi, et al.(2013) US	Longitudinal	HFA/AS	21.25±2.71	8	6(75)	WASI	111.88±8.51 (99-122)			56.94±14.76
Lombardo et al. (2007) UK	CS	HFA/AS	29.13±7.40 (19-45)	30	23(76.67)	WASI	117.23±13.11	116.13±12.81	114.17±14.21	65.92±18.50
Murphy, (2006) UK	CS	HFA/AS	35±7.50 (20-48)	13	13(100)	WAIS-R	102±15.50 (79-129)			60.4
Rueda et al. (2015) Spain	CS	HFA/AS	12.92±2.36 (9-17)	38	34(89.47)	WISC-III	102.02±11.38			64.18±13.70
Spek et al. (2010) Netherlands	CS CS	HFA AS	42.1±10.80 (18-60) 43.67±10.50 (18-60)	32 29	27(84.38) 25(86.21)	WAIS-III WAIS-III	110.2±13.80 114.5±16.70	110.8±10.40 109.3±12.60		64.5±13.40 67.1±10.80
Stichter et al. (2010) US	CS	HFA/AS	12.57±1.28 (11-14)	27	27(100)		103.81±17.05 (77-143)			61.79±12.14
Vogindroukas et al. (2014) Greece	CS	HFA/AS	10.06±1.70	27	25(92.59)	WISC-III	93.6±7.70			48.6±13.90



Total Studies=15 US and Canada studies=3 20% of total studies Europe studies=12 80% of total studies Rest of the world studies=0 0% of total studies	CS studies=14 93,33% of total studies Longitudinal studies=1 6,67% of total studies	Mean Age=25.4 (9-60)	Total N=472	Total Male=86.32%	Mean total IQ=107.25 (50-143)	Mean Verbal IQ=110.75 (84-138)	Mean Performance IQ=108.34 (88-138)	Mean RMET score=63.39%
<p>ASD: Autism Spectrum Disorders; CS: Cross Sectional; IQ: Intelligence; HFA/AS: High Functioning Autism/Asperger Syndrome; N: Number of participants; WAIS-III: Wechsler Adults Intelligence Scale Third Edition WAIS-R; Wechsler Adults Intelligence Scale- Revised; WASI: Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence; WISC-III: Wechsler Intelligence Scale for Children Third Edition; WISC-IV: Wechsler Intelligence Scale for Children Fourth Edition ; WISC-R: Wechsler Intelligence Scale for Children- Revised; PPVT-R: Peabody Picture Vocabulary Test - Revised</p>								





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

#### 4- ESTUDIO EMPÍRICO II

The association between the Reading the Mind in the Eyes Test and subsets of the WISC-IV in children and adolescents with Asperger Syndrome

Authors: Inmaculada Peñuelas-Calvo<sup>1</sup>, Aditya Sareen<sup>2</sup>, Pablo Fernández-Berrocal<sup>3</sup>

1- Child and Adolescent Psychiatric Unit. Department of Psychiatry, IIS-Fundación Jiménez Díaz. Avda. Reyes Católicos, 2, Madrid 28040, Spain.

Malaga University. Campus de Teatinos, 29010 Málaga, Spain.

e-mail: [inmaculada.penuelas@gmail.com](mailto:inmaculada.penuelas@gmail.com)

2- The Zucker Hillside Hospital, Psychiatry Research, North Shore - Long Island Jewish Health System, Glen Oaks, New York, USA

3- Facultad de Psicología, Malaga University. Campus de Teatinos, 29010 Málaga, Spain.

#### AUTHOR NOTE

Inmaculada Peñuelas-Calvo, Department of Mental Health, Hospital Clínico Virgen de la Victoria, Malaga and University of Malaga, Spain. Aditya Sareen, Psychiatry Research Department at the Zucker Hillside Hospital in New York, USA. Pablo Fernández-Berrocal, Department of Psychology, University of Malaga, Spain.

Inmaculada Peñuelas-Calvo is now at Child and Adolescent Psychiatric Unit, Department of Psychiatry, IIS-Fundación Jiménez Díaz; Madrid, Spain and continues at University of Malaga, Spain.

Acknowledgements: This research was partially financed by the Spanish Ministry of Economy (PSI2012-37490) and the Innovation and Development Agency of Andalusia, Spain (SEJ-07325).

Correspondence concerning this article should be addressed to Inmaculada Peñuelas-Calvo, Avda. Reyes Católicos, 2, Madrid 28040, Spain. Telephone number +34 915417267. E-mail: [inmaculada.penuelas@gmail.com](mailto:inmaculada.penuelas@gmail.com)

#### 4.1- Abstract

We conducted a cross-sectional study among 84 participants diagnosed with Asperger Syndrome (AS) aged 6-16 years to analyze the association between the Reading the Mind in the Eyes Test (RMET), different subsets of the Wechsler Intelligence Scale for Children — Fourth Edition (WISC-IV), including Processing Speed Index, Working Memory Index, Perceptual Reasoning Index and Verbal Comprehension Index, and age. Each participant was assessed individually using RMET and the WISC-IV. Participants with AS show weak to no correlation between IQ subsets and RMET. However, the best predictor of RMET after controlling for age and other WISC-IV indexes is Perceptual Reasoning Index. These results suggest that in children and adolescents with AS, RMET performance is independent of the Full Scale Intelligence Quotient.

**Key Words:** Asperger Syndrome; Intelligence; WISC; Reading the mind in the eye tests; Theory of mind; Processing speed index.

## 4.2- Introduction

Social impairments are considered to be a core feature of autistic disorders, including among individuals diagnosed with Asperger Syndrome (AS). Theory of mind (ToM) is described as the ability to attribute beliefs, desires, intentions and perspectives to others and to understand that these are different from one's own (Woodruff et al. 1978). The ability to read others' minds is an indispensable requirement to understanding and predicting others' behaviors, which facilitates successful adaptation into different social environments (Baron-Cohen 1995). The Reading the Mind in the Eyes Test (RMET) was conceived as an advanced ToM test and is also used to assess emotion recognition (Baron-Cohen et al. 1997; Revised version by Baron-Cohen et al. 2001). There is considerable evidence, including sub-optimal RMET performance (Baron-Cohen et al. 1997), to suggest that the majority of children diagnosed with autism spectrum disorder (ASD) have impaired development of ToM (Baron-Cohen 1995; Baron-Cohen et al. 1993).

Cognitive intelligence (IQ) has been widely studied among individuals diagnosed with ASD. Several scales have been used in autism research to separate high- and low- functioning individuals,

for differential diagnostic purposes and to delineate the pattern of cognitive functioning in autism (Goldstein et al. 2008; Wellman et al. 2001). Considering the ASD population, the Wechsler scales are the most researched and widely used test (Oliveras-Rentas et al. 2012). The Wechsler Intelligence Scale for Children — Fourth Edition (WISC-IV) was the first scale to be represented by the Full Scale Intelligence Quotient (FSIQ), including the four WISC-IV subabilities, which are represented by the following index scores: Verbal Comprehension Index (VCI), Perceptual Reasoning Index (PRI), Working Memory Index (WMI) and Processing Speed Index (PSI) (Wechsler 2003).

Lately the relationship between IQ and ToM has been gaining importance. The latest meta-analysis of individuals without AS found positive mean effect correlation between IQ and RMET ( $r= 0.24$ ) but did not find any correlation between RMET and verbal intelligence (VIQ) or performance intelligence (PIQ) (Baker et al. 2014).

In studies on individuals diagnosed with high-functioning autism (HFA) and AS, no correlation has been found between RMET and IQ (Holt et al. 2014; Kaland et al. 2008). This result has also been found in two other studies conducted with individuals with both HFA

and AS, which concluded that total IQ is not related to RMET (Baron-Cohen et al. 1997, 2001), and in the meta-analysis regarding individuals diagnosed with HFA and AS (Peñuelas-Calvo et al. 2016). Furthermore, VIQ and PIQ were used in a broader subtext, with one study finding that children diagnosed with AS have higher VIQ than PIQ (Klin et al. 1995). However, no studies have yet been conducted to assess the correlation of different WISC-IV subsets with RMET.

As for age, a previous study found no correlation between age and RMET in individuals diagnosed with both HFA and AS and control individuals (Golan et al. 2007).

The aim of this study was to analyze the association between RMET, different subsets of the WISC-IV including PSI, WMI, PRI and VCI, and age. We wanted to find out whether RMET is linked to IQ or any WISC-IV indexes. Based on previous studies, we expected that RMET would show weak correlation with IQ.



### 4.3- Methods

#### Participants

Participants were recruited via the Asperger Syndrome Association of Malaga (Asociación Malagueña de Síndrome de Asperger, AMSA). To qualify for the study, participants were required to have a diagnosis of AS from a clinical psychologist or psychiatrist using the *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders — Fourth Edition (DSM-IV)* criteria (APA 2000), based on results from a full clinical assessment using developmental history and different scales, such as the Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R; Lord et al. 1994) or the Autism Diagnostic Observation Schedule-Generic (ADOS-G; Lord et al. 2000). All participants had to have an IQ standard score of 70 or higher on the WISC-IV to be included in our study.

#### Measures

The tasks were administered to the participants over the course of a day.

The Reading the Mind in the Eyes Test (RMET; Baron-Cohen et al. 2001; Spanish adaptation by Rueda, Cabello & Fernández-Berrocal

2013) is a measure of advanced ToM. It requires participants to understand the mental/emotional state of a person in a photograph by examining the eye area. This instrument measures both emotion recognition and cognitive empathy, a term that has been used interchangeably with ToM (Baron-Cohen et al. 2001). We used the child version comprising 28 black and white photographs of the eye area. Surrounding each photograph are four words describing different emotional/mental states; the participant has to select the state that best describes what the person in the photograph is thinking or feeling. Only one of the four items is deemed correct (agreed by consensus by an independent panel of judges in the initial psychometric study). One point was awarded for each correct answer, giving a score range of 0–28.

The Wechsler Intelligence Scale for Children-IV (WISC-IV; Wechsler 2003; Spanish Version Wechsler 2005) is a measure of intellectual ability and cognitive processing. It has ten core and five supplemental subtests. The subtests can be clustered into composite quotients for four index scores: Verbal Comprehension Index (VCI), Perceptual Reasoning Index (PRI), Working Memory Index (WMI)

and Processing Speed Index (PSI). These four indexes combine into one FSIQ.

### Procedure

The objectives and methodology of the study were explained to the participants' parents to obtain their informed consent. Each participant was assessed individually using RMET and the WISC-IV in sessions lasting between 90 and 120 minutes. Participants were allowed to take short rest breaks (10-15 minutes) between the tasks. For RMET, each participant could spend as much time as they needed on each question. It should be noted that none of the participants required an amount of time that could be considered excessive.

### Statistical Analysis and Ethical Approval

Data were analyzed using SPSS 22.0 (IBM, USA). Statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

Informed consent was obtained from all participants' parents. The study was approved by the Regional Hospital Ethics Committee of Malaga. All procedures were conducted in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research

committee and with the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments or comparable ethical standards.

#### 4.4- Results

##### a) Descriptive statistics

The study was conducted using 84 participants aged 6-16 years ( $M=11.64$   $SD=2.75$ ) diagnosed with AS (92.9% males). Mean scores, standard deviations and ranges were calculated for the WISC-IV including FSIQ, as well as the four index scores (VCI, PRI, WMI, PSI) and RMET total score (Table 1).

##### b) Correlation results among the WISC-IV FSIQ, Verbal Comprehension Index, Perceptual Reasoning Index, Working Memory Index, Processing Speed Index, RMET and age

We examined the association between the WISC-IV FSIQ and its four index scores, RMET and age. There was a significant positive correlation between RMET total score and VCI ( $r=.209$   $p<.01$ ), PRI ( $r=.287$   $p<.01$ ), WMI ( $r=.235$   $p<.01$ ), PSI ( $r=-.061$   $p<.01$ ) and FSIQ ( $r=.215$   $p<.01$ ). We also found a significant negative correlation between age and VCI ( $r=-.221$   $p<.01$ ), PRI ( $r=-.237$   $p<.01$ ), WMI ( $r=-.111$   $p<.01$ ), PSI ( $r=-.311$   $p<.01$ ) and FSIQ ( $r=-.111$   $p<.01$ ).

-.275  $p < .01$ ), and a significant positive correlation with RMET total score ( $r = .338$   $p < .01$ ) (Table 2).

c) Regression analysis relating RMET total score to age and the four WISC-IV index scores

To identify the significant effects of age and the four WISC-IV index scores on RMET, we created a two-step linear regression model. Firstly, age was entered as a control variable. Secondly, we examined the effect of VCI, PRI, WMI and PSI. The results of the final regression model are reported in Table 3, showing a significant overall model [ $F(5, 78) = 6.032$ ,  $p < .001$ , with an adjusted  $R^2 = .233$ ]. In the first step, age was a significant predictor (adjusted  $R^2 = .103$ ,  $\beta = 0.404$ ,  $p < .001$ ), with older people showing higher RMET scores than younger people. In the second step, PRI was positively associated with RMET (adjusted  $R^2 = .120$ ,  $\beta = 0.319$ ,  $p < .001$ ). The other WISC-IV index scores showed no significant association with RMET.

#### 4.5- Discussion

The aim of our study was to compare cognitive profiles using the four WISC-IV indexes and RMET in children and adolescents

diagnosed with AS. The results show that in individuals diagnosed with AS, RMET exhibits a weak positive correlation with FSIQ, PRI, VCI and WMI but not with PSI. Additionally, the best predictor of RMET after controlling for age and other WISC-IV indexes was PRI.

Our findings are consistent with those from the meta-analysis of individuals diagnosed with AS showing a weak positive correlation of  $r=0.17$  between FSIQ and RMET (Peñuelas-Calvo et al. 2016). These results suggest that, although there is a weak correlation between RMET performance and FSIQ, they operate independently in these individuals.

We found a weak positive correlation between the PRI subset and RMET performance. In previous studies, individuals diagnosed with AS performed even better than individuals without AS in the PRI subset (Landa and Goldberg 2005; Steele et al. 2007). As the PRI subset measures reasoning, it is possible that children and adolescents diagnosed with AS use the same thought processes and reasoning when answering the RMET. However, our results differ from the results reported in the meta-analysis of individuals diagnosed with AS, although these were the least consistent results due to the low

number of participants and studies reporting on PIQ and also the fact that adults were also included (Peñuelas-Calvo et al. 2016).

Similarly, we found a very weak positive correlation between VCI and RMET performance, which could be explained by “weak central coherence” in individuals diagnosed with AS (Frith, 1989). This can be summarized as difficulty in using context, including the verbal ability, as described by Frith (2004). These results therefore suggest that VCI in individuals diagnosed with AS works independently of general IQ.

Working memory (WM) is an important part of executive functioning. The weak correlation between RMET and WMI can be explained by poor executive functioning—which is independent of ToM—in children and adolescents diagnosed with AS. Previous studies have found that individuals diagnosed with AS have deficits in WM after controlling for the influence of IQ on WM performance (Macizo et al. 2016). In addition, we found no correlation between PSI and RMET, indicating that individuals diagnosed with AS have no association between processing speed and social cognition.

We found a weak positive correlation between age and RMET, which indicates that age is not a factor in determining RMET performance in children and that ToM is more stable over a period of time in children and adolescents diagnosed with AS.

#### 4.6- Conclusion

Children and adolescents diagnosed with AS show weak to no correlation between IQ subsets and RMET. However, the best predictor of RMET after controlling for age and other WISC-IV indexes was PRI. These results suggest that in children and adolescents with AS, RMET performance is independent of FSIQ. Further longitudinal research on WISC-IV subsets and RMET could be useful in assessing how RMET performance varies with age.

#### 4.7- References

- American Psychiatric Association (APA). (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed., Text Revision)*. Washington, DC: APA.
- Baker, C. A., Peterson, E., Pulos, S., & Kirkland, R. A. (2014). Eyes and IQ: A meta-analysis of the relationship between



intelligence and “Reading the Mind in the Eyes.” *Intelligence*, 44, 78–92.

Baron-Cohen, S., Tager-Flusberg, H., & Cohen, D. J. (Eds). (1993). *From attention-goal psychology to belief-desire psychology: The development of a theory of mind and its dysfunction. In Understanding Other Minds: Perspectives from Autism.* Oxford: Oxford University Press.

Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind.* Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.

Baron-Cohen, S., Jolliffe, T., Mortimore, C., & Robertson, M. (1997). Another advanced test of theory of mind: evidence from very high functioning adults with autism or asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 38(7), 813–822.

Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I. (2001). The “Reading the Mind in the Eyes” Test revised version: a study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 42(2), 241–251.

Frith, U. (1989) *Autism: Explaining the Enigma*, Basil Blackwell Ltd

- Frith, U. (2004). Emanuel Miller lecture: confusions and controversies about Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 45(4), 672–686.
- Golan, O., Baron-Cohen, S., Hill, J. J., & Rutherford, M. D. (2007). The “Reading the Mind in the Voice” Test-Revised: A Study of Complex Emotion Recognition in Adults with and Without Autism Spectrum Conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(6), 1096–1106.
- Goldstein, G., Allen, D. N., Minshew, N. J., Williams, D. L., Volkmar, F., Klin, A., & Schultz, R. T. (2008). The structure of intelligence in children and adults with high functioning autism. *Neuropsychology*, 22(3), 301–312.
- Holt R.J., Chura L.R., Lai M.C., Suckling J., von dem Hagen E., Calder a J. (2014). Reading the Mind in the Eyes: an fMRI study of adolescents with autism and their siblings. *Psychological Medicine*, 44(15):3215–3227.
- Kaland, N., Callesen, K., Møller-Nielsen, A., Mortensen, E. L., & Smith, L. (2008). Performance of Children and Adolescents with Asperger Syndrome or High-functioning Autism on

Advanced Theory of Mind Tasks. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(6), 1112–1123.

Klin, A., Volkmar, F.R., Sparrow, S.S., Cicchetti, D.V., Rourke, B.P., (1995). Validity and neuropsychological characterization of Asperger syndrome: convergence with nonverbal learning disabilities syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 36, 1127–1140.

Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview–Revised: A revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24, 659–685.

Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L., Cook, E. H. Jr., Leventhal, B. L., DiLavore, P. C., et al. (2000). The autism diagnostic observation schedule-generic: A standard measure of social and communication deficits associated with the spectrum of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30, 205–223.

Landa, R. and Goldberg, M. (2005). Language, Social, and Executive Functions in High Functioning Autism: A Continuum of

Performance. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35(5), pp.557-573.

Macizo, P., Soriano, M. and Paredes, N. (2016). Phonological and Visuospatial Working Memory in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(9), pp.2956-2967.

Oliveras-Rentas R, Kenworthy L, Roberson R III, Martin A, Wallace G. (2012) WISC-IV Profile in High-Functioning Autism Spectrum Disorders: Impaired Processing Speed is Associated with Increased Autism Communication Symptoms and Decreased Adaptive Communication Abilities. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(5):655–64.

Rueda, P., Fernández-Berrocal, P., & Baron-Cohen, S. (2015). Dissociation between cognitive and affective empathy in youth with Asperger Syndrome. *European Journal of Developmental Psychology*, 12(1), 85–98.

Steele, S., Minshew, N., Luna, B. and Sweeney, J. (2006). Spatial Working Memory Deficits in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(4), pp.605-612.

- Wellman, H. M., Cross, D., & Watson, J. (2001). Meta-analysis of theory-of-mind development: the truth about false belief. *Child Development*, 72(3), 655–684.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler intelligence scale for children, 4th edition (WISC-IV)*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2005). *Manual de aplicación y corrección del WISC-IV*. Madrid: TEA Ediciones, S.A
- Woodruff, G., Premack, D., & Kennel, K. (1978). Conservation of liquid and solid quantity by the chimpanzee. *Science*, 202(4371), 991–994.

## 4.8- Tables

Table 1: Mean, standard deviations and ranges for age, the WISC-IV full IQ, the four index scores, and RMET.

	<u>Mean</u>	<u>SD</u>	<u>Range</u>	
			<u>Min</u>	<u>Max</u>
<i>Age (in years)</i>	11,643	2,754	6	16
<i>VCI</i>	112,881	23,213	59	149
<i>PRI</i>	104,381	18,976	68	141
<i>WMI</i>	102,881	20,917	54	150
<i>PSI</i>	94,690	18,482	67	147
<i>FIQ</i>	106,0	21,727	70	148
<i>RMET</i>	17,143	3,918	7	25

*FIQ: Full Intelligence; Min: Minimum; Max: Maximum; PRI: Perceptual Reasoning Index; PSI: Processing Speed Index; RMET. Reading the Mind in the Eye Test; SD: Standard Deviation; WMI: Working Memory Index*

Table 2: Correlations among age, the WISC-IV full IQ, the four index scores, and RMET

	1	2	3	4	5	6	7
(1) VCI	1						
(2) PRI	.630**	1					
(3) WMI	.596**	.516**	1				
(4) PSI	.358**	.354**	.407**	1			
(5) FIQ	.870**	.802**	.786**	.629**	1		
(6) RMET	.209	.287**	.235*	-.061	.215*	1	
(7) Age	-.221*	-.237**	-.111	-.311**	-.275*	.338*	1

\* $p < .01$  \*\*  $p < .05$

FIQ: Full Intelligence; PRI: Perceptual Reasoning Index; PSI: Processing Speed Index; RMET: Reading the Mind in the Eye Test; VCI: Verbal Comprehension Index; WMI: Working Memory Index

Table 3: Regression analysis relating RMET scores to age and the WISC-IV four index scores

Predictors	Beta	adjusted change	R <sup>2</sup> <i>F change</i>
Step 1		.103	10.546
Age	.404*		
Step 2		.120	4.459
<i>VCI</i>	.067		
<i>PRI</i>	.319*		
<i>WMI</i>	.126		
<i>PSI</i>	-.123		
adj R <sup>2</sup> Total = .233, F(5, 78) = 6.032, p < .001			
* <i>p</i> < .01			



## 5- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 5.1- Discusión general

El objetivo general de la presente Tesis Doctoral es el estudio de la relación entre el cociente cognitivo total y los diferentes subtests del test de inteligencia WISC-IV y los resultados obtenidos en el Reading the Mind in the Eye Test (RMET) en niños y adolescentes con diagnóstico de síndrome de Asperger.

En un primer estudio empírico se ha realizado una exhaustiva revisión bibliográfica sobre la relación entre el cociente de inteligencia total, verbal y manipulativa y el rendimiento en el RMET. Tras analizar estos datos, no queda clara su relación en individuos diagnosticados dentro del trastorno del espectro autista. Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que existe una diferencia importante entre los individuos diagnosticados dentro del

trastorno generalizado del desarrollo y los diagnosticados de síndrome de Asperger. En los catalogados como trastorno generalizado del desarrollo se encontró una correlación moderada entre el cociente cognitivo total y el RMET, así como una correlación fuerte con el cociente intelectual verbal y manipulativo. En cambio, en los diagnosticados de síndrome de Asperger los resultados obtenidos fueron diferentes, en este caso la correlación entre el RMET y el cociente intelectual total fue muy baja y los resultados con respecto al verbal y manipulativo fueron negativos. Estos resultados sugieren que el cociente intelectual total puede ser un factor parcialmente dependiente del rendimiento en el RMET en los individuos diagnosticados de trastorno generalizado del desarrollo, pero independiente en los individuos diagnosticados de síndrome de Asperger. Aunque Baron-Cohen et al. (2001) considera el rendimiento en el RMET como independiente del cociente intelectual total en los individuos con diagnóstico de autismo, nuestros resultados sugieren que es necesario especificar el diagnóstico clínico para hacer una evaluación más certera.

Los resultados obtenidos en el meta-análisis, denotan la necesidad de hacer una separación en los diagnósticos clínicos dentro de los individuos con clínica compatible con el espectro autista.

Por ello para completar el estudio, en el segundo estudio empírico se ha evaluado y caracterizado mediante un estudio descriptivo y comparativo transversal, una cohorte de 84 niños y adolescentes diagnosticados de síndrome de Asperger. Se ha realizado una evaluación de su cociente intelectual total y de los diferentes subtests del test de inteligencia WISC-IV para niños y adolescentes y la realización del RMET versión para niños. En esta versión del test de inteligencia los términos cociente intelectual verbal y manipulativo se han sustituido respectivamente por el índice de comprensión verbal y el índice de razonamiento perceptivo. En este estudio se ha demostrado una débil correlación positiva entre el RMET y la inteligencia cognitiva total, el razonamiento perceptivo, la memoria de trabajo y la comprensión verbal pero no con la velocidad de procesamiento. Tras controlar la edad y los otros índices del WISC-IV, el mejor predictor del rendimiento en el RMET fue el razonamiento perceptivo.

Estos resultados son consistentes con los encontrados en el primer estudio de esta Tesis Doctoral, en el que se encontró una débil correlación positiva entre la inteligencia cognitiva total y el RMET en individuos diagnosticados con síndrome de Asperger. Estos resultados sugieren que, al existir una correlación débil entre el rendimiento en el RMET y la inteligencia cognitiva total, funcionarían de manera independiente en estos individuos.

En estudios anteriores en individuos diagnosticados de síndrome de Asperger se observó que éstos obtenían mejores resultados en cociente intelectual manipulativo que los individuos analizados sin diagnóstico psiquiátrico (Landa y Goldberg 2005; Steele, Minshew, Luna y Sweeney, 2007). En este segundo estudio empírico se ha objetivado una correlación positiva débil entre el subtest de razonamiento perceptivo y el rendimiento en el RMET, resultados diferentes a los obtenidos en el meta-análisis en los individuos diagnosticados con síndrome de Asperger, aunque estos últimos resultados eran los más inconsistentes debido al bajo número de participantes y a que entre los participantes había niños y adultos. Con respecto a la correlación positiva muy débil obtenida entre la comprensión verbal y el rendimiento en el RMET se podría explicar

por "coherencia central débil" en los individuos diagnosticados con síndrome de Asperger, apoyando la teoría de Frith (2004) de la dificultad del uso de contextos.

## 5.2- Limitaciones y líneas futuras de investigación

Una de las limitaciones de esta Tesis Doctoral sería que muchos de los estudios evaluados en esta Tesis, informaban sobre el cociente intelectual global pero no sobre el cociente verbal o manipulativo, por tanto el número de individuos evaluados para estos cocientes es significativamente menor del obtenido en el total. Una segunda limitación, es que además en la evaluación de individuos controles solo se han obtenido datos de los estudios que también informaban sobre individuos diagnosticados de autismo o autismo de alto funcionamiento o síndrome de Asperger.

Los resultados obtenidos en esta Tesis Doctoral pueden servir de base para líneas futuras de investigación con la finalidad de continuar progresando en la comprensión de la patología del espectro autista. Consideramos que posteriores investigaciones deberían realizar estudios longitudinales sobre WISC-IV y los diferentes subtests junto con una evaluación del RMET serían beneficiosos para el

conocimiento de la evolución de la correlación con respecto a la edad y la influencia ésta sobre ambos. Otra aportación importante sería comparar los resultados entre los diferentes grupos de edad cronológica o también comparar con un grupo control. A su vez, un mayor número de participantes evaluados mejoraría el estudio de esta patología, ya que en la mayoría de los estudios evaluados el número de la muestra era muy bajo. Otro de los aspectos que mejoraría el conocimiento sobre esta patología sería realizar estudios con un número mayor de participantes del género femenino ya que, dado que la prevalencia es mayor en el género masculino, son muy pocos los estudios que evalúan este aspecto y comparan resultados o incluyen un número alto de participantes femeninas.

### 5.3 Conclusiones finales

En resumen, podemos concluir que:

- a) RMET es dependiente del cociente intelectual total en individuos normales y con trastorno generalizado del desarrollo, aunque la correlación es mayor en individuos normales.
- b) Los resultados del RMET mejoran con la edad en individuos normales y con trastorno generalizado del desarrollo.

- c) En individuos diagnosticados de autismo de alto funcionamiento y síndrome de Asperger presentan una correlación baja tanto entre el RMET y el cociente intelectual total como con la edad.
- d) En niños y adolescentes diagnosticados de síndrome de Asperger la correlación es baja entre el RMET y el cociente intelectual total así como los diferentes subtests del WISC-IV.
- e) El mejor predictor del rendimiento en el RMET de los subtests del WISC-IV controlado por la edad, es el razonamiento perceptivo.
- f) En niños y adolescentes diagnosticados de síndrome de Asperger el RMET es independiente del cociente intelectual total.

Por tanto, teniendo en cuenta el objetivo general de la presente Tesis Doctoral y tras haber focalizado el estudio en niños y adolescentes con diagnóstico de síndrome de Asperger, se ha observado que los resultados difieren mucho al analizar por separado esta nosología del resto de los trastornos del espectro autista. A su vez, podemos concluir que el RMET y el cociente de inteligencia total funcionan de forma independiente en estos individuos, por lo que se debería tener en cuenta en futuros estudios de investigación que incluyan participantes con síndrome de Asperger.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



## 6- REFERENCIAS

Adams Jr, R. B., Rule, N. O., Franklin Jr, R. G., Wang, E., Stevenson, M. T., Yoshikawa, S., & Ambady, N. (2010). Cross-cultural reading the mind in the eyes: an fMRI investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(1), 97-108.

American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV-TR)*. 4 ed. (text revision). Washington, DC: APA.

American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-III)*. 3 ed. Washington, DC: APA; 1987.

Apperly, I. A., Samson, D., Chiavarino, C., Bickerton, W.-L., & Humphreys, G. W. (2007). Testing the domain-specificity of a theory of mind deficit in brain-injured patients: evidence for

- consistent performance on non-verbal, “reality-unknown” false belief and false photograph tasks. *Cognition*, 103(2), 300–321. <http://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.04.012>
- Asperger, H. (1944). Die „Autistischen Psychopathen” im Kindesalter. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 117(1), 76-136.
- Bailey, P. E., & Henry, J. D. (2008). Growing less empathic with age: disinhibition of the self-perspective. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 63(4), P219–P226.
- Baker, C. A., Peterson, E., Pulos, S., & Kirkland, R. A. (2014). Eyes and IQ: A meta-analysis of the relationship between intelligence and “Reading the Mind in the Eyes.” *Intelligence*, 44, 78–92. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2014.03.001>
- Baron-Cohen, S. (1995). *Learning, development, and conceptual change. Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. MIT Press. Cambridge, MA
- Baron-Cohen, S. (2009). Autism: the empathizing–systemizing (E-S) theory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), 68-80.

- Baron-Cohen, S., & Benenson, J. F. (2003). Books and arts-Essential Difference: Men, Women and the Extreme Male Brain/Essential Difference: The Truth about the Male and Female Brain. *Nature*, 424(6945), 132-132.
- Baron-Cohen, S., Jolliffe, T., Mortimore, C., & Robertson, M. (1997). Another advanced test of theory of mind: Evidence from very high functioning adults with autism or Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 38(7), 813-822.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I. (2001). The “Reading the Mind in the Eyes” test revised version: A study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(2), 241-251.
- Brent E., Rios P., Happe F., Charman T. (2004). Performance of children with autism spectrum disorder on advanced theory of mind tasks. *Autism* 8 283–299.  
10.1177/1362361304045217
- Brothers, L. (1990). The neural basis of primate social communication. *Motivation and Emotion*, 14(2), 81-91.

- Fernández-Abascal, E. G., Cabello, R., Fernández-Berrocal, P., & Baron-Cohen, S. (2013). Test-retest reliability of the 'Reading the Mind in the Eyes' test: a one-year follow-up study. *Molecular Autism*, 4(1), 1.
- Fernández-Jaén, A., Fernández-Mayoralas, D., Calleja-Pérez, B., & Muñoz, N. (2007). Síndrome de Asperger: diagnóstico y tratamiento. *Revista de Neurología*, 44(2), 53-55.
- Fiske, S. T., & Taylor, S. E. (2013). *Social cognition: From Brains to Culture*. Sage. London, UK.
- Fombonne, E. (2001). What is the prevalence of Asperger disorder?. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(3), 363-364.
- Frith, U. (1994). Autism and theory of mind in everyday life. *Social Development*, 3(2), 108-124.
- Frith, U. (2004). Emanuel Miller lecture: confusions and controversies about Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 45(4), 672-686. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00262.x>
- Gillberg, C. (1989). Asperger syndrome in 23 Swedish children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 31(4), 520-531.

- Globerson, E., Amir, N., Kishon-Rabin, L., & Golan, O. (2015). Prosody Recognition in Adults with High-Functioning Autism Spectrum Disorders: From Psychoacoustics to Cognition. *Autism Research*, 8(2), 153–163.
- Golan, O., Baron-Cohen, S., Hill, J. J., & Rutherford, M. D. (2007). The “Reading the Mind in the Voice” Test-Revised: A Study of Complex Emotion Recognition in Adults with and Without Autism Spectrum Conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(6), 1096–1106. <http://doi.org/10.1007/s10803-006-0252-5>
- Goldstein, G., Allen, D. N., Minshew, N. J., Williams, D. L., Volkmar, F., Klin, A., & Schultz, R. T. (2008). The structure of intelligence in children and adults with high functioning autism. *Neuropsychology*, 22(3), 301-312.
- Hagberg, B., Billstedt, E., Nydén, A., & Gillberg, C. (2015). Asperger syndrome and nonverbal learning difficulties in adult males: self-and parent-reported autism, attention and executive problems. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 24(8), 969-977.
- Harms, M. B., Martin, A., & Wallace, G. L. (2010). Facial Emotion Recognition in Autism Spectrum Disorders: A Review of

Behavioral and Neuroimaging Studies. *Neuropsychology Review*, 20(3), 290–322. <http://doi.org/10.1007/s11065-010-9138-6>

Hollocks, M. J., Jones, C. R. G., Pickles, A., Baird, G., Happé, F., Charman, T., & Simonoff, E. (2014). The Association between Social Cognition and Executive Functioning and Symptoms of Anxiety and Depression in Adolescents with Autism Spectrum Disorders: Neurocognitive ability, anxiety, and depression. *Autism Research*, 7(2), 216–228. <http://doi.org/10.1002/aur.1361>

Holt R.J., Chura L.R., Lai M.C., Suckling J., von dem Hagen E., Caldera J. (2014). Reading the Mind in the Eyes: an fMRI study of adolescents with autism and their siblings. *Psychological Medicine*, 44(15):3215–3227. doi: 10.1017/S0033291714000233

Kaland, N., Callesen, K., Møller-Nielsen, A., Mortensen, E. L., & Smith, L. (2008). Performance of Children and Adolescents with Asperger Syndrome or High-functioning Autism on Advanced Theory of Mind Tasks. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(6), 1112–1123. <http://doi.org/10.1007/s10803-007-0496-8>

- Kanner, L. & Eisemberg, L. (1956) Early infantily autism 1943-1955. *American Journal of Orthopsyhiatry*, 26, 351-367.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250
- Klin, A., Volkmar, F.R., Sparrow, S.S., Cicchetti, D.V., Rourke, B.P., (1995). Validity and neuropsychological characterization of Asperger syndrome: convergence with nonverbal learning disabilities syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36, 1127–1140
- Kugler, B., (1998). The Differentiation between Autism and Asperger Syndrome. *Autism*, 2, 11–32.  
doi:10.1177/1362361398021003
- Kunda, Z. (1999). *Social cognition: Making sense of people*. MIT press. Cambridge, MA
- Landa, R. and Goldberg, M. (2005). Language, Social, and Executive Functions in High Functioning Autism: A Continuum of Performance. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35(5), pp.557-573.
- Lombardo, M. V., Chakrabarti, B., Lai, M. C., & Baron-Cohen, S. (2012). Self-referential and social cognition in a case of

autism and agenesis of the corpus callosum. *Molecular Autism*, 3(1), 1.

Manjiviona, J., Prior, M., (1999). Neuropsychological Profiles of Children with Asperger Syndrome and Autism. *Autism*, 3, 327–356. doi:10.1177/1362361399003004003

Mazzone, L., Ruta, L. and Reale, L. (2012). Psychiatric comorbidities in Asperger syndrome and high functioning autism: diagnostic challenges. *Annals of General Psychiatry*, 11(1), p.16.

McLaughlin-Cheng, E., (1998). Asperger Syndrome and Autism A Literature Review and Meta-Analysis. *Focus on Autism and other Developmental Disabilities*, 13, 234–245. doi:10.1177/108835769801300405.

Miller, J.N., Ozonoff, S., (2000). The external validity of Asperger disorder: lack of evidence from the domain of neuropsychology. *Journal of Abnormal Psychology*, 109, 227–238.

Murphy, N. A., & Hall, J. A. (2011). Intelligence and interpersonal sensitivity: A meta-analysis. *Intelligence*, 39(1), 54–63. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2010.10.001>



- Nader, A. M., Courchesne, V., Dawson, M., & Soulières, I. (2016). Does WISC-IV underestimate the intelligence of autistic children?. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(5), 1582-1589.
- Ozonoff, S., South, M., Miller, J.N., (2000). DSM-IV-Defined Asperger Syndrome: Cognitive, Behavioral and Early History Differentiation from High-Functioning Autism. *Autism*, 4, 29–46. <http://doi.org/10.1177/1362361300041003>
- Peterson, C. (2014). Theory of mind understanding and empathic behavior in children with autism spectrum disorders. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 39, 16–21. <http://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2014.05.002>
- Peterson, C. C., Slaughter, V., & Brownell, C. (2015). Children with autism spectrum disorder are skilled at reading emotion body language. *Journal of Experimental Child Psychology*, 139, 35–50.
- Peterson, E., & Miller, S. F. (2012). The Eyes Test as a Measure of Individual Differences: How much of the Variance Reflects Verbal IQ? *Frontiers in Psychology*, 3,220. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00220>

- Pinkham, A. E., Penn, D. L., Perkins, D. O., & Lieberman, J. (2003). Implications for the neural basis of social cognition for the study of schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, *160*(5), 815-824.
- Rajendran, G., & Mitchell, P. (2007). Cognitive Theories of Autism. *Developmental Review*, *27*(2), 224–260.  
<http://doi.org/10.1016/j.dr.2007.02.001>
- Rivière, Á. (2000). *¿Cómo aparece el autismo? Diagnóstico temprano e indicadores precoces del trastorno autista. El niño pequeño con autismo*. Madrid: APNA-IMSERSO, 13-32.
- Rueda, P., Cabello, R., & Fernández-Berrocal, P. (2013). Preliminary validation of spanish “eye test-child versión”. *Ansiedad y Estrés*, *19*.
- Rutter, M. (1978). Diagnosis and definition of childhood autism. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia*, *8*(2), 139-161.
- Sabbagh, M. A. (2004). Understanding orbitofrontal contributions to theory-of-mind reasoning: implications for autism. *Brain and Cognition*, *55*(1), 209–219.  
<http://doi.org/10.1016/j.bandc.2003.04.002>

- Sanders, J. (2009). Qualitative or Quantitative Differences Between Asperger's Disorder and Autism? Historical Considerations. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(11), pp.1560-1567.
- Steele, S., Minshew, N., Luna, B. and Sweeney, J. (2006). Spatial Working Memory Deficits in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(4), pp.605-612.
- Szatmari, P., Bremner, R., & Nagy, J. (1989). Asperger's syndrome: a review of clinical features. *The Canadian Journal of Psychiatry/La Revue Canadienne de Psychiatrie*. 34, 554-60.
- Tirapu-Ustárroza, J., Pérez-Sayesa, G., Erekatxo-Bilbaoa, M., & Pelegrín-Valerob, C. (2007). ¿ Qué es la teoría de la mente?. *Revista Neurología*, 44(8), 479-489.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler intelligence scale for children, 4th edition (WISC-IV)*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Wellman, H. M., Cross, D., & Watson, J. (2001). Meta-analysis of theory-of-mind development: the truth about false belief. *Child Development*, 72(3), 655–684.
- Wing, L. & Gould, J. (1979), "Severe Impairments of Social Interaction and Associated Abnormalities in Children:

Epidemiology and Classification". *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 9, pp. 11-29.

Wing, L. (1998). *The history of Asperger syndrome. In Asperger Syndrome or High-Functioning Autism?* (pp. 11-28). Springer US.

Wing, L., & Potter, D. (2002). The epidemiology of autistic spectrum disorders: is the prevalence rising?. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 8(3), 151-161.

World Health Organization. (1992). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Geneva: World Health Organization.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA