

---

## Relación entre Inteligencia y Funciones Ejecutivas

---

Julio Alberto González Torre  
jtorre@sg.uji.es

Sigrid Gallego Mora  
moyam@uji.es

Laura Camacho Guerrero  
lcamacho@psb.uji.es

Ana M. Viruela Royo  
viruela@psb.uji.es

Laura Mezquita Guillamón  
[lmezquit@psb.uji.es](mailto:lmezquit@psb.uji.es)

## I. Abstract

1100



A pesar de que el término de "funciones ejecutivas" apareció pretendiendo ser un constructo unitario e independiente, la evidencia de los últimos años demuestra que se solapa en gran parte con el constructo "inteligencia". A este problema se le suma la falta de consenso por definir las funciones ejecutivas, lo cual ha generado debate e investigación por aclarar ambos conceptos. Se ha visto que no todas las funciones ejecutivas están recogidas por los tests de inteligencia, por lo que tampoco se puede hablar de términos intercambiables. En el presente estudio se explora la relación existente entre la inteligencia, estimada mediante dos subescalas del WAIS, y diferentes pruebas neuropsicológicas: WMS-R, WCST y CPT. Los resultados van en la línea de que el aspecto más relacionado con inteligencia sería la memoria de trabajo, y la relación existente con las demás pruebas neuropsicológicas se deben más al nivel de ejecución que a la función ejecutiva evaluada.

**Keywords:** Intelligence, Executive Functions, WCST, CPT, WMS-R.

## II. Introducció

### a) Funciones Ejecutivas

Se consideran funciones ejecutivas (FE) a los procesos cognitivos o capacidades que controlan y regulan el pensamiento y la acción (Friedman et al., 2006). Se asocian habitualmente a los lóbulos frontales, y su lesión causa déficits en la planificación, toma de decisiones, y desregulación de la conducta (desinhibición). Es por esta razón que se asocia a la "conducta inteligente" (Arffa, 2007).

En la práctica clínica se suele evaluar las funciones ejecutivas con muy variadas pruebas neuropsicológicas. Entre las funciones ejecutivas que suelen valorarse están la planificación de conductas, la secuenciación conductual, la velocidad de proceso, la categorización/clasificación, la memoria de trabajo, la rigidez/flexibilidad, el razonamiento abstracto, la inhibición/interferencia, la impulsividad, y las funciones premotoras. Estas funciones ejecutivas guardan una relación lejana entre sí (Ozonoff, 1997). En esta línea, Miyake et al. (2000), mediante un modelo de ecuaciones estructurales, encontró que las funciones ejecutivas se pueden agrupar en tres variables latentes:

*Alternancia (Shifting)*, relacionado con la capacidad de cambiar el set atencional. Esta variable permite a la persona desenganchar su atención de tareas irrelevantes y mantenerla aquellas que son relevantes.

*Actualización (Updating)*, que es la capacidad de actualizar y monitorear las representaciones en la memoria. Hace referencia tanto a la actualización de contenido, entendida como la inserción e eliminación de dicha información en la memoria a corto plazo, como también a la

manipulación del contenido en la memoria. Por esto último se puede considerar la dimensión Updating como la más aproximada a la Memoria de Trabajo.

*Inhibición (Inhibition)*, que se refiere a la inhibición de respuestas dominantes, y a la capacidad de ignorar la información irrelevante.

### b) Inteligencia

Thurstone (1924) definió que *“persona inteligente es aquella que posee la capacidad de **controlar sus impulsos** con el fin de **examinar** y poder **decidir analíticamente** entre las diferentes alternativas que se le presentan”*. Desde una perspectiva psicométrica, Spearman concibe este fenómeno con el nombre de factor general o *factor g*, como el representante de los procesos cognitivos subyacentes o factores específicos (*factor s*). En la actualidad, uno de los modelos más aceptados de inteligencia es el propuesto por Carroll (1997) en su teoría de los tres estratos. Estos tres estratos o niveles están organizados de forma jerárquica, siendo el tercer estrato el equivalente al *factor g*. El segundo estrato está compuesto por las funciones que en conjunto forman el factor g. Estas funciones son: Inteligencia fluida, Inteligencia cristalizada, memoria y aprendizaje general, percepción visual general, percepción auditiva general, capacidad de recuperación general, rapidez cognitiva general, rapidez de procesamiento y de decisión. De estas habilidades cabe destacar dos muy importantes, la memoria y aprendizaje general, y la rapidez de procesamiento. Ambas son consideradas dos funciones ejecutivas importantes: la memoria de trabajo, y la velocidad de procesamiento. Este modelo las recoge como parte de la inteligencia.

### c) Relación entre Funciones Ejecutivas e Inteligencia

¿Refleja la inteligencia psicométrica, o el factor g, las diferencias individuales en funciones ejecutivas? Algunos autores sugieren que la relación entre inteligencia y las funciones ejecutivas no es muy fuerte (Arffa, 2007). No obstante, estudios que ponen en relación el CI con el modelo de Miyake et al. muestra que Actualización, dimensión relacionada con Actualización y relacionada con Memoria de Trabajo, es la que mejor correlaciona con inteligencia general, mientras que las demás, Inhibición y Alternancia, no están bien representadas por los tests de inteligencia (Friedman et al., 2006). Estos datos parecen apuntar a que la inteligencia general se relacionaría únicamente con algunos aspectos de las funciones ejecutivas, especialmente las relacionadas con la memoria de trabajo, pero no otros.

En el presente trabajo se pretende hacer una replicación del modelo propuesto por Miyake, mediante un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) de las medidas obtenidas en tres pruebas neuropsicológicas, y después una exploración de la relación de cada factor, estimados mediante regresión lineal a partir de las saturaciones del AFE, con CI, mediante correlaciones bivariadas.

### III. Método

1102

#### a) Participantes

La muestra estaba compuesta por 514 participantes (281 mujeres) pertenecientes a un estudio longitudinal llevado a cabo por la Universitat Jaume I. La muestra estaba compuesta por estudiantes de primero de carrera, principalmente de Licenciatura en Psicología y ADEM. La muestra original estaba compuesta por 666 participantes, pero se redujo a los que tenían completadas las tareas necesarias para este estudio. Esta reducción, de modo casual, conllevó a que se equilibrara bastante la proporción entre sexos.



**Estadísticos descriptivos para EDAD**

Sexo	N	Mín.	Máx.	Media	Desv. típ.
Hombres	233	18	45	22,25	3,665
Mujeres	281	18	50	21,75	4,069
Total	514	18	50	21,98	3,896

### IV. Procedimiento

#### a) *Wechler Adult Intelligence Scale*

Se utilizó tres subpruebas de la escala de inteligencia general WAIS-III (Wechsler, 1945; Wechsler, 1997): Cubos, Información y Letras-Números.

Cubos consiste en crear un patrón en base a un ejemplo en papel con unos cubos de colores blanco/rojo. Información consiste en dar una definición sobre diferentes áreas de la cultura general, como por ejemplo: *¿Qué es un termómetro?* o *¿Quién fue Cleopatra?*. Letras-números es una tarea de memoria de trabajo, en el que se le dice al participante una serie de letras y números, y debe responder diciendo primero todas las letras ordenadas, y luego todos los números ordenados. Todas estas pruebas fueron puntuadas siguiendo el procedimiento original establecido por el manual del WAIS.

Con los subtests Cubos e Información fue posible calcular un CI aproximado, dado que ambas pruebas son representativas de los tipos inteligencia manipulativa y verbal respectivamente. La estimación del CI se realizó pronosticando las puntuaciones mediante regresión lineal.

La prueba Letras-Números está relacionada con memoria de trabajo, y por tanto, con la dimensión Actualización de las funciones ejecutivas. Por ello ha sido tomada en consideración con el WMS-R a pesar de que no ha formado parte a la hora de calcular una estimación del CI.

**b) Wisconsin Card Sorting Test**

1103



Para este trabajo se utilizó la versión informatizada WCST (Heaton, Chelune, Talley, Kay, & Curtiss, 1993). Esta tarea requiere que los participantes clasifiquen 64 tarjetas de acuerdo a criterios de color, forma y número. Como a los participantes no se les informa sobre estos criterios, deben adivinar la regla a través del feedback del examinador. Los participantes emparejan su tarjeta con cuatro posibles tarjetas modelo que hay en la mesa, y el examinador les responde si la clasificación que han realizado es correcta o incorrecta, sin añadir ningún tipo de información extra. Después de un número determinado de respuestas correctas, el criterio de clasificación cambia sin que el participante sea informado de ello. A partir de este momento la clasificación que el participante realice atendiendo a la categoría anterior se considera un error perseverativo.

Existen dos principios implícitamente establecidos en esta tarea: el principio de categorización y el principio de perseveración. El *principio de categorización* es la categoría que en el momento es correcta, y los errores se contabilizan como el número de clasificaciones que el participante realiza sin seguir este principio. Por ejemplo, si el principio de categorización es “clasificar por color”, cada vez que el participante haga una clasificación que no sea por color se contabiliza como un error. El *principio de perseveración* es la categoría cuyo uso se considera una perseveración. Existen distintos criterios para establecer y cambiar esta categoría. La principal es cuando el participante realiza 10 ensayos correctos seguidos, que conlleva a que cambie tanto el principio de categorización a una nueva categoría, y la categoría antigua pase a ser el principio de perseveración. Por tanto cada vez que el participante clasifique su tarjeta en la categoría que ya no es vigente se contabilizará como una perseveración.

Las variables más relevantes para este estudio son:

*Errores no-perseverativos:* Son aquellos errores que no son explicados por el principio de perseveración vigente en el momento en el que se comete.

*Errores perseverativos:* Son aquellos ensayos en los que el participante ha clasificado su tarjeta atendiendo al principio de perseveración y no al principio de clasificación.

*Errores totales:* Es la suma de los errores totales, que equivale a la suma de los errores perseverativos y no-perseverativos.

*Perseveraciones totales:* Es el número de perseveraciones que el participante ha llevado a cabo durante toda la tarea. Dentro de esta medida se encuentran tanto los errores perseverativos como los aciertos perseverativos. Un acierto se considera perseverativo cuando coincide que la clasificación se la tarjeta en concreto puede atender tanto al principio de categorización como al principio de perseveración.

*Fallo para mantener la actitud o el set:* Se considera como el número de veces que el participante ha llevado a cabo una clasificación correcta durante más de cinco ensayos seguidos, aparentando haber descubierto el principio de categorización, pero antes de llegar a los diez ensayos requeridos para completar la categoría ha cometido un error, teniendo pues que comenzar desde cero.

*Nivel conceptual corregido:* El nivel conceptual es el número de veces que el participante ha realizado más de tres respuestas correctas seguidas. Para este índice, además, hemos dividido el nivel conceptual por el número total de ensayos que el participante ha necesitado para terminar la tarea completa. De esta forma obtenemos un índice más exacto de ejecución que se solapa menos con el Fallo para mantener la actitud.

Es importante señalar la fuerte relación que existen entre todas estas medidas, dado que son extraídas de un mismo bagaje de respuestas, por lo que la correlación entre todas ellas es muy alta.

### **c) *Continuous Performance Task***

Una versión informatizada del CPT (Hervey, Epstein, & Curry, 2004) se usó para este estudio. El paradigma del CPT requiere el mantenimiento de la vigilancia a un simple estímulo y la inhibición de respuestas que compiten con otros estímulos en un periodo de tiempo prolongado. Esta versión contiene dos bloques, una versión con números y otra con formas. En la pantalla van apareciendo números, y cada vez que aparezca un número, el participante debe pulsar el botón del ratón lo más rápido que pueda. En caso de que el número sea el mismo que el anterior, el participante debe inhibir la respuesta y no pulsar el ratón. En cuanto al bloque en el que los estímulos son formas, ocurre exactamente lo mismo pero en vez de números son patrones simples de píxeles.

Para esta prueba se obtienen dos medidas para cada modalidad, los errores de comisión y los errores de omisión. Los errores de comisión es el número de veces que el participante a pulsado el ratón cuando debería haber inhibido esta respuesta, y los errores de omisión las veces que ha aparecido un nuevo estímulo y se ha pasado el tiempo para pulsar el ratón.

Los errores de comisión se consideran un índice de impulsividad y los errores de omisión un índice de inatención.

### **d) *Wechsler Memory Scale***

El Wechsler Memory Scale – Revised Edition (WMS-R; Wechsler, 1987) consiste en una batería que tiene diferentes tareas para la valoración de la memoria. Evalúa distintos aspectos de la memoria, como la memoria inmediata y la memoria de trabajo. También valora desde una perspectiva verbal o visual.

Para el presente estudio se utilizó dos subpruebas, los dígitos y los cubos de Corsi, en sus modalidades directas e inversas.

Los *Dígitos de Weschler* es una versión verbal para la valoración de la memoria inmediata. Consiste en que el participante repita en el mismo orden una serie de números que el examinador le dice verbalmente. Su versión inversa consiste en que el participante diga los números recitados por el entrevistador, pero en orden inverso, comenzando por el último y terminando por el primero. Esta última modalidad valoraría la memoria de trabajo. Esto nos permite tener un índice de span directo e inverso.

Esta tarea, en sus dos modalidades, se encuentran tanto en la batería del WMS-R como del WAIS, exactamente con los mismos estímulos y mismo procedimiento de administración/puntuación. La razón por la que lo englobamos dentro del WMS-R es para diferenciarlo como medida de memoria, ya que no es utilizada para la estimación del CI.

Los *Cubos de Corsi de Weschler* consisten en una tabla que tiene atornillados 9 cubos azules distribuidos de forma aleatoria y homogénea. Cada cubo tiene marcado un número que es visible únicamente en el lado del administrador. Esta sería una versión no verbal de la prueba de dígitos. En esta ocasión los participantes tienen que replicar el mismo orden en el que el examinador toca los cubos. En la versión inversa, al igual que en los dígitos, tienen que replicar el orden en el que el examinador ha tocado diversos cubos pero comenzado desde el último, hasta llegar al primero. A parte de memoria inmediata y memoria de trabajo, la tarea con estos cubos requiere capacidad visoespacial.

Con cada una de estas pruebas obtenemos una medida de span de memoria (número de estímulos máximo con los que el sujeto ha llegado a realizar la tarea correctamente). Estas medidas se resumirán en dos: Span directo, y Span inverso.

## V. Análisis

---

### a) Matriz de correlaciones entre índices

A modo exploratorio, una matriz de correlaciones bivariadas entre los diferentes índices que se utilizarán en los análisis siguientes.

### b) Análisis Factorial Exploratorio

Las medidas utilizadas para el análisis factorial exploratorio (AFE) serán las puntuaciones directas de la memoria visual del WMS-R: Directa e Inversa. Del WCST, dos índices que reflejan perseveraciones: los errores perseverativos y el fallo para mantener el set. Del CPT, los errores de comisión tanto para la modalidad de formas como de números.

El método utilizado para determinar el número de factores es el de Horn, mediante un análisis paralelo de Monte Carlo (ver gráfico de sedimentación, Tabla 2).



### c) Regresión lineal

Se realizó una estimación del valor de los factores para cada sujeto mediante regresión lineal, utilizando las saturaciones del AFE.

### d) Correlaciones lineales

Se explora la relación con Inteligencia mediante la correlación del CI estimado con los factores estimados mediante regresión lineal y con los diferentes índices de cada prueba.

Para el nivel conceptual corregido se calculó el nivel conceptual entre el número de ensayos totales administrados.

Los errores totales del CPT se calcularon sumando los 4 índices de errores, omisiones y comisiones de formas y números.

## VI. Resultados

Tabla 1. Matriz de correlaciones entre los diversos índices

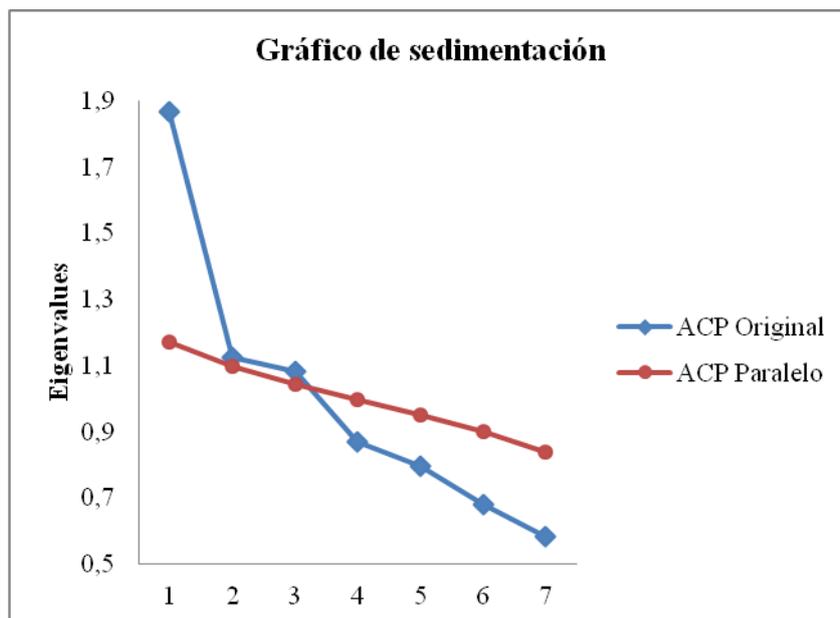
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	,280**												
3	,312**	,228**											
4	,356**	,287**	,392**										
5	-,163**	-,062	-,053	-,067									
6	-,109*	-,028	-,036	-,070	,868**								
7	-,120**	-,024	-,039	-,070	,896**	,994**							
8	-,172**	-,086	-,056	-,052	,912**	,591**	,634**						
9	-,089*	-,050	-,050	-,036	,183**	,121**	,139**	,191**					
10	,175**	,065	,063	,062	-,972**	-,828**	-,856**	-,900**	-,133**				
11	-,241**	-,122**	-,115**	-,140**	,041	,026	,031	,042	-,001	-,053			
12	-,183**	-,156**	-,167**	-,151**	,131**	,105*	,106*	,130**	,089*	-,138**	-,085		
13	-,184**	-,230**	-,145**	-,119**	,065	,042	,045	,072	,056	-,066	,296**	-,023	
14	-,165**	-,219**	-,145**	-,182**	,133**	,131**	,131**	,111*	,031	-,132**	-,026	,596**	-,030

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

1 = CI Estimado; 2 = Letras y números del WAIS; 3 = Puntuación Directa de Span Directo de Memoria Visual (WMS-R); 4 = Puntuación Inverso de Span Directo de Memoria Visual (WMS-R); 5 = Errores totales (WCST); 6 = Errores perseverativos (WCST); 7 = Errores no-perseverativos (WCST); 8 = Fallo para mantener el set (WCST); 9 = Nivel conceptual corregido (WCST); 10 = Errores de comisión, modalidad formas (CPT); 11 = Errores de omisión, modalidad formas (CPT); 12 = Errores de comisión, modalidad números (CPT); 13 = Errores de omisión, modalidad números (CPT).

**Tabla 2.** Análisis Factorial Exploratorio (AFE). Método de extracción: Componentes Principales (ACP). KMO = ,636.



El análisis factorial muestra que las 7 variables pueden agruparse en tres factores. El análisis paralelo deja por encima estos tres factores.

**Tabla 3.** Saturaciones del AFE

	Componente		
	1	2	3
PD* Inversa (WMS-R)	,814		
PD Directa (WMS-R)	,785		
Letras y Números (WAIS-III)	,573		
Fallo en mantener el Set (WCST)		,758	
Errores Perseverativos (WCST)		,750	
Comisiones Formas (CPT)			,801
Comisiones Números (CPT)			,789

\* Puntuación Directa en Memoria Visual del WMS-R

- Método de extracción: Análisis de componentes principales.

- Método de rotación: Normalización Oblimin con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

- Eliminados los valores menores de 0,20.

**Tabla 4.** Correlación entre los factores

	Factor 1	Factor 2
Factor 2	-,078	
Factor 3	-,238**	,040

Los factores son relativamente independientes, a excepción del Factor 1 (Actualización) y el Factor 3 (Inhibición) que correlacionan significativamente.

**Tabla 5.** Correlaciones entre los factores del AFE con CI, y los índices WCST con CI.

		CI
Factores	Actualización	,433**
	Inhibición	-,262**
	Alternancia	-,135**
CPT	Errores Totales	-,318**
	Comisiones Errores Formas	-,241**
	Comisiones Errores Números	-,184**
	Omisiones Errores Formas	-,183**
	Omisiones Errores Números	-,165**
WCST	Nivel Conceptual Corregido	,175**
	Errores no-perseverativos	-,172**
	Errores totales	-,163**
	Errores perseverativos	-,120**
	Respuestas Perseverativas	-,109*
	Fallos para mantener el Set	-,089*

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Los índices para cada apartado han sido ordenados de forma descendente sin tener en cuenta el signo.

## VII. Discusión

Los resultados obtenidos en el AFE parecen mostrar que las funciones ejecutivas pueden agruparse en tres factores, de acuerdo con estudios anteriores (Friedman et al., 2006; Miyake et al., 2000). Estos factores se corresponden con Actualización, Alternancia e Inhibición (en ese orden). Este resultado apoyaría la idea de que en la base de diferentes pruebas neuropsicológicas que evalúan funciones ejecutivas existirían al menos tres procesos relativamente independientes.

En relación a la asociación existente entre inteligencia y funciones ejecutivas, encontramos que la correlación entre los factores y la inteligencia es bastante fuerte en el caso del factor Actualización, y menor en los demás factores (ver tabla 5). Esto es coherente con resultados obtenidos por otros estudios (Friedman et al., 2006). Los datos indican que el factor Actualización, relacionado con Memoria de Trabajo, sería un componente importante relacionado con la inteligencia. Sin embargo, las correlaciones con los factores de alternancia e inhibición son también significativas, aunque moderadas-bajas.

¿Por qué encontramos relación entre CI y la alternancia y la inhibición? ¿Podemos interpretar que la relación encontrada implicaría que estos aspectos son componentes sustanciales de la inteligencia? ¿O las relaciones encontradas serían más bien atribuibles a que el CI se relaciona con una mejor (o peor) ejecución en las tareas del CPT y WCST? Para ello hemos explorado la relación entre los diversos índices de cada prueba y la inteligencia mediante correlaciones. Así, las correlaciones obtenidas entre inteligencia y CPT muestran que la relación se debe más al nivel de ejecución que a la función ejecutiva, puesto que no se ve un cambio diferencial entre comisiones y omisiones. La correlación entre los errores totales del CPT y el CI es mayor que las anteriores, reforzando así la idea de que la relación con la inteligencia se debe al número de errores.

En cuanto al WCST, se ha realizado correlaciones entre CI y varios índices de esta prueba. Ordenándolos por correlaciones de forma descendente, podemos observar que las correlaciones mayores se corresponden a índices que contienen el factor de ejecución aciertos/errores: en primer lugar, el nivel conceptual corregido, en segundo lugar, el número de errores no-perseverativos y a continuación, los errores totales. Los índices que menos correlacionaron con CI, Fallo para mantener el set y Respuestas perseverativas, reflejan la función ejecutiva perseveraciones, entendiéndose como la incapacidad de mantener el set, o de cambiarlo cuando las contingencias ambientales han cambiado. En medio quedaría el índice clásico y extendidamente utilizado del WCST que son los errores perseverativos, índice que contiene tanto el factor de ejecución, errores, como la función ejecutiva, perseveraciones.

Con todo ello podríamos concluir que la Memoria de Trabajo sería un factor relevante para la inteligencia como teorizó Carroll (1997), y que la relación existente entre inteligencia y los factores de inhibición y alternancia probablemente sería atribuible a que el CI influye en la correcta ejecución en las tareas que conforman estos factores, y no tanto a que estos aspectos sean procesos especialmente asociados a la inteligencia.

## VIII. Bibliografía

---

Arffa, S. (2007). The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in a sample of average, above average, and gifted youth. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Arch Clin Neuropsychol*, 22(8), 969-978. doi: 10.1016/j.acn.2007.08.001

Carroll, J. B. (1997). Psychometrics, intelligence, and public perception. *Intelligence*, 24(1), 25-52. doi: 10.1016/s0160-2896(97)90012-x

Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., Defries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence.



[Research Support, N.I.H., Extramural]. *Psychol Sci*, 17(2), 172-179. doi: 10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x

Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G., & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test Manual - Revised and Expanded*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resource.

Hervey, A. S., Epstein, J. N., & Curry, J. F. (2004). Neuropsychology of adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. [Meta-Analysis]. *Neuropsychology*, 18(3), 485-503. doi: 10.1037/0894-4105.18.3.485

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. [Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *Cogn Psychol*, 41(1), 49-100. doi: 10.1006/cogp.1999.0734

Ozonoff, S. (1997). Components of executive function in autism and other disorders. In J. Russell (Ed.), *Autism as an executive disorder*. (pp. 179-211): New York, NY, US: Oxford University Press.

Thurstone, L. L. (1924). *The nature of intelligence*: New York, NY: Harcourt Brace & Company.

Wechsler, D. (1987). *Wechsler Memory Scale—Revised manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.

Wechsler, D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale—3rd Edition (WAIS-3®)* San Antonio, TX: Harcourt Assessment.