

## FUNCIONAMIENTO EJECUTIVO Y METACOGNICIÓN EN LA ALTA CAPACIDAD INTELECTUAL

SYLVIA SASTRE-RIBA

Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad de La Rioja, Logroño, España

**Dirección postal:** Sylvia Sastre-Riba, Universidad de La Rioja, C/ Luis Ulloa, 2, 26004; Logroño, España

**E-mail:** silvia.sastre@unirioja.es.

### Resumen

**Introducción:** Las funciones ejecutivas y la metacognición se integran para la gestión de recursos intelectuales, en estrecha relación con la inteligencia, su funcionamiento y resultados, especialmente interesante para comprender la expresión y desarrollo, más o menos óptimos, de la alta capacidad intelectual (ACI). El Objetivo del trabajo es conocer la relación entre las funciones ejecutivas (y componentes) y la metacognición (y componentes) en escolares con ACI.

**Materiales y Métodos:** Las medidas de funcionamiento y ejecutivo, metacognitivo y de perfeccionismo extraídas en una muestra de n= 147 escolares con ACI son analizadas estadísticamente mediante el *Path análisis*.

**Resultados:** Se obtiene un modelo ajustado en el que se relacionan los distintos componentes ejecutivos con los metacognitivos.

**Discusión:** Se concluye y discute el modelo integrador entre función ejecutiva y metacognición y su papel mediador, como endofenotipo entre la dotación genética y la expresión de rendimiento de los recursos, sugiriendo la transferencia de resultados a la educación de la alta capacidad intelectual para la óptima y ética expresión del alto potencial.

**Palabras clave:** Alta capacidad intelectual, regulación cognitiva, funciones ejecutivas, metacognición, endofenotipo.

### Abstract

*Executive functioning and metacognition in high intellectual capacity*

**Introduction:** Executive functions and Metacognition are integrated for the management of intellectual

resources in close relation to intelligence its functioning and results; they are specially interesting for understanding the expression and development of high intellectual ability (HIA). The aim of the study is to find out the relationship between executive functions (and components) and metacognition (and components) in schoolchildren with HIA.

**Materials and Method:** Measures of executive and metacognitive functioning and perfectionism were extracted from a sample of n= 147 schoolchildren with HIA.

**Results:** statistical analyses using Path analysis, offered an adjusted model in which the different executive components are related to the metacognitive components.

**Discussion:** We conclude and discuss the integrative model between executive function and metacognition and its mediating role as an endophenotype between genetic endowment and the expression of resource performance, suggesting the transfer of results to the education of high intellectual ability for the optimal and ethical expression of high potential.

**Key words:** High Intellectual Ability, cognitive regulation, executive function, metacognition, endophenotype.

La inteligencia humana y los procesos cognitivos de alto nivel se relacionan con los gradientes de bienestar personal y socioeconómico alcanzables<sup>1</sup>. Por lo tanto, es importante conocer los determinantes genéticos y neurobiológicos que determinan la variabilidad de la expresión de la inteligencia.

Una de las manifestaciones diferenciales de la inteligencia es la Alta Capacidad Intelectual

(ACI). Su concepto cambia<sup>2</sup> con las contribuciones de la investigación genética, neurociencia o psicológica que muestran su configuración multidimensional y su desarrollo a partir de una base genética modulada por factores moduladores endógenos y exógenos. Una idea clave es la de que el alto potencial neurobiológico no asegura su expresión en logros óptimos. Entre los moduladores endógenos destaca el papel de la autorregulación de los recursos intelectuales (convergentes y divergentes) que configuran los perfiles intelectuales de ACI, y el de condiciones co-cognitivas como la motivación o actitudes. Es decir, el tipo de gestión de los altos recursos intelectuales explica el logro o no de la excelencia produciéndose, a veces, una brecha entre la competencia esperada por el alto potencial y un rendimiento bajo.

La genética aporta una base biológica predictora de la ACI<sup>3</sup>, con una citoarquitectura y funcionamiento cerebral potencialmente más eficaces que no es inmutable ni suficiente para asegurar su expresión a lo largo del proceso de desarrollo en el que el potencial se va manifestando en covariación con factores moduladores endógenos (características personales) y exógenos (contextos de crianza, cultura, economía o educación), condicionando su expresión.

Los denominados *procesos cognitivos superiores* son importantes para el desarrollo, desde la pequeña infancia, de la autorregulación y las operaciones mentales ya que comportan la monitorización, guía, control, codificación, almacenamiento o recuerdo de la información, diferenciándose progresivamente en reglas o procedimientos mentales<sup>4</sup>. En ellos hay que integrar dos constructos: las funciones ejecutivas (FE) y la metacognición (MC)<sup>5</sup> procedentes de diferentes trayectorias investigadoras pero que comparten similitudes: correlatos neuropsicológicos, hacen referencia al procesamiento mental controlado (frente al automatizado), son relevantes para el comportamiento autorregulado (especialmente la inteligencia, aprendizaje y rendimiento académico), y tienen calendarios de desarrollo pa- recidos.

Ambos constructos se relacionan con la inteligencia y sus resultados de los que son predictores estables. Según Viterbori<sup>6</sup> las FE explican el 36% de la varianza del rendimiento académico

en edad preescolar y entre el 25%-16% en edad escolar, y Roebbers<sup>5</sup> muestra que el papel de la MC explica hasta el 50% de la varianza en el rendimiento académico o hasta el 30% en el control de la conducta. Su integración permite la percepción y regulación de los recursos disponibles, compaginar competencias y limitaciones, evaluar las propias competencias, facilitar la habilidad para ser agentes del propio aprendizaje, crear mejor relación entre competencia y rendimiento, mantener objetivos, así como transferir conocimientos o logros a nuevos aprendizajes o creatividad. Es decir, facilitan el rendimiento de excelencia y la expresión óptima del alto potencial intelectual.

Las FE son un conjunto de procesos mentales *top-down* reguladores y de control que coordinan pensamientos y acciones dirigidas a un objetivo<sup>4</sup>; permiten la atención focalizada, autocontrol y disciplina, razonar y resolver problemas, crear, planificar, abordar diferentes perspectivas, considerar alternativas, relacionar ideas o hechos, evocar y prever, o ser flexibles. Tienen tres componentes-base, relacionados, aunque independientes: la inhibición de respuestas prepotentes o información irrelevante; la flexibilidad (o cambio buscando nuevas alternativas, categorías o mejora de respuesta), y la memoria de trabajo (mantener una información, objetivo o regla en la mente). Juegan un papel relevante en la vida cotidiana, el razonamiento complejo, planificación o la toma de decisiones, así como la motivación hacia el rendimiento académico. Se distinguen dos tipos<sup>4</sup> necesarios para la gestión intelectual y comportamental: la regulación *cool* relacionada con procesos cognitivos aplicados a la resolución de tareas, y la regulación *hot* relacionada con el control afectivo y emocional en la toma de decisiones y regulación conductual. Actualmente las FE se relacionan con las diferencias intelectuales individuales<sup>7</sup>, considerándose endofenotipos o mecanismos intermediarios entre la base biológica y su expresión fenotípica modulada por factores personales y exógenos.

Sus correlatos neurobiológicos sugieren un *network* fronto-parietal-temporal complejo e integrado en un marco común con la inteligencia, en el que se activan el córtex prefrontal dorsolateral y orbitofrontal, la ínsula anterior, el córtex cingulado anterior y el surco intraparietal, con

una amplia conectividad predictiva de las diferencias intelectuales<sup>8</sup>, coordinación de procesos mentales relacionados con las FE<sup>9</sup>, componentes de las FE<sup>10</sup>, y creatividad<sup>11</sup>.

Las FE se desarrollan a la par que la maduración neurológica de las áreas relacionadas y la experiencia, desde los 5 meses de vida<sup>4</sup> con un pico madurativo hasta los 5 años, con continuidad en la adolescencia (especialmente del área orbitofrontal). Su activación y eficacia está modulada por factores personales (endógenos) como la soledad, stress, tristeza o falta de salud física, o sociales (exógenos), repercutiendo en su funcionamiento.

En suma, los componentes de las FE tienen rol fundamental en la actividad intelectual en la que es fundamental reemplazar continuamente la información en la memoria de trabajo, suprimir un esquema o información y cambiar flexiblemente los estados mentales. Son los cimientos sobre los que se construyen otros procesos cognitivos como el razonamiento, aprendizaje o la resolución de problemas.

La metacognición se relaciona como proceso cognitivo superior autorreflexivo vinculado a la resolución de tareas<sup>5</sup>. Comporta el uso de habilidades declarativas (conciencia de recursos o conocimientos) y procedurales (regulación de recursos) durante el aprendizaje y resolución de problemas<sup>12</sup>. Se integra con las FE en la gestión de recursos intelectuales desempeñando un rol importante en las concepciones actuales de inteligencia. Al igual que las FE, influye en el rendimiento académico desde la infancia, de manera que las dificultades metacognitivas acompañan a las dificultades de logro. La regulación ejercida es cognitiva (percepción de la propia competencia) y metacognitiva (automonitorización durante la resolución y el aprendizaje).

Las evidencias sobre su base neurológica son menos claras que las de las FE, compartiendo con ellas los circuitos neurales hasta ahora conocidos<sup>13</sup>. Estos circuitos, complejos, convergen en el córtex anterior cingulado (ACC) y el córtex prefrontal (CPF) para el procesamiento de la información metacognitiva, la región orbitofrontal del CPF se relaciona con juicios prospectivos como la facilidad del aprendizaje y la sensación de saber; en cambio, el córtex prefrontal dorso-

lateral lo hace con la monitorización retrospectiva o confianza en lo realizado.

La MC se desarrolla desde la primera infancia, pasando de implícita a explícita, mejorando la monitorización de la acción y aprendizaje hasta la adolescencia, momento en el que se coordina con las FE, especialmente para la resolución de problemas y toma de decisiones<sup>5</sup>.

### **Funciones ejecutivas y metacognición en la Alta Capacidad Intelectual**

Gestionar adecuadamente los recursos cognitivos y personales inherentes a la ACI es esencial para un rendimiento acorde con ellos. La disparidad en las trayectorias individuales de desarrollo y expresión del alto potencial es modulada por diferencias en el funcionamiento ejecutivo, así como por la eficacia metacognitiva en la regulación del proceso resolutivo.

El sustrato neurológico de la ACI<sup>14</sup>, haría esperar un buen funcionamiento ejecutivo y metacognitivo que facilitara una gestión intelectual óptima, pero no siempre es así dado que algunas personas con ACI muestran discrepancia entre los altos recursos disponibles y los escasos logros obtenidos.

La relación del FE con la ACI está siendo investigada, con escasos estudios comparativos entre los perfiles de superdotación y talento. Los resultados aún son inconsistentes; algunos autores<sup>15</sup> sugieren un uso más efectivo de las FE, relacionándolo con un modelo de atención mental, inhibición de interferencias y buena memoria de trabajo, con más recursos para mantener la información activa, a la vez que se elaboran nuevas posibilidades resolutivas con mayor flexibilidad, resultando más eficaces.

Otros muestran que algunas personas con ACI, sin doble etiquetación por disfunción ejecutiva, manifiestan dificultades ejecutivas<sup>16</sup> que se reflejan en: falta de hábitos de estudio, falta de correspondencia entre su elaboración mental y la realización material, dificultades en la gestión del tiempo o en la planificación de tareas u organización, la toma de decisiones, etc, con bajo rendimiento escolar y profesional.

La posible ineficacia ejecutiva que dificulta la orquestación de los altos recursos intelectuales de la ACI, no podría explicarse solo por una falta de funcionamiento ejecutivo adecuado dado

que todos sus componentes son altos, sino por la existencia además de dificultades en la regulación metacognitiva al aplicarlos.

El funcionamiento ejecutivo es mejor cuanto más complejo es el perfil de ACI; es decir, en el de superdotación<sup>17</sup>. La memoria de trabajo es alta en todos los perfiles de ACI, como si fuera un componente ejecutivo-base para el alto funcionamiento cognitivo convergente y divergente; en cambio, la inhibición y la flexibilidad son mejores en la superdotación que en el talento, dando soporte a la hipótesis sobre la interconectividad funcional del perfil complejo de superdotación ya que combina todos los componentes ejecutivos.

Cuando el funcionamiento ejecutivo es adecuado, facilita la gestión y expresión de los recursos intelectuales disponibles; pero cuando falla, aunque aquellos siguen disponibles, están mal gestionados comprometiendo el rendimiento y el aprendizaje; en casos extremos puede conducir hacia la brecha entre competencia y rendimiento con evitación de tareas.

La escasa investigación de la MC en la ACI ofrece resultados dispares. Algunos resultados aportan evidencias sobre una mayor sofisticación metacognitiva en la eficacia resolutoria y la regulación metacognitiva, con mayor competencia para definir, focalizar, persistir, guiar, corregir, redefinir y, consecuentemente, resolver los problemas, con disponibilidad de estrategias superiores para el conocimiento, adquisición, flexibilidad y uso eficaz de ellas<sup>18</sup>.

Resultados comparativos entre adolescentes con y sin ACI<sup>17</sup> muestran que los primeros son mejores versus los segundos, conocen más (conocimiento declarativo) e interconectan el conocimiento adquirido, monitorizan y guían mejor el proceso resolutorio, además de utilizar más flexiblemente las estrategias<sup>18</sup>, mejor cuánto más complejo es el perfil (superdotación versus talento). Pero también pueden ser inconsistentes en el uso de estrategias correctas, transferencia, o monitorización de la resolución, y tener mayor conciencia declarativa de los recursos disponibles que buena regulación. Otros factores como el control ejecutivo, o condicionantes personales (perfeccionismo o la motivación vinculada a la autoeficacia en el aprendizaje atribuida), pueden influir en ello.

Acorde con lo expuesto, el objetivo de este trabajo es conocer la relación entre las funcio-

nes ejecutivas (y sus componentes) y la metacognición (y sus componentes) en escolares con ACI.

## Materiales y Métodos

### Muestra

La muestra, extraída mediante muestreo no probabilístico intencional, estuvo compuesta por n=147 escolares de edades comprendidas entre 6-13 años, n=88 chicos (59.8%) y n=59 chicas (40.1%), diagnosticados previamente con ACI según criterios multidimensionales.

### Materiales y procedimiento

Para evaluar el funcionamiento ejecutivo y metacognitivo, los instrumentos formales fueron:

1. Funciones ejecutivas. Mediante el software *Psychology Experiment Building Language*<sup>19</sup> se administró la: 1) Tarea Go-no Go relacionada con la medida del componente ejecutivo de inhibición; 2) Tarea *Berg Task Card Sorting Test* relacionada con la medida de la flexibilidad cognitiva; 3) Tarea *Corsi Block-Tapping* relacionada con la memoria visuo-espacial. Se administró individualmente el Subtest de Dígitos del WISC V<sup>20</sup>.

2. Metacognición. Se administró el *Metacognitive Awareness Inventory (MAI)*<sup>21</sup>, relacionado con la medida de la conciencia y la regulación metacognitiva.

### Procedimiento

La administración de instrumentos se realizó tras previo consentimiento escrito de participación y permiso del comité ético, siguiendo los protocolos establecidos y en grupos de hasta 10 participantes. El entorno era conocido, con dos adultos especializados en sesiones de trabajo de 40 minutos. La participación fue anónima, voluntaria y no se recibió remuneración alguna.

### Análisis de datos

El análisis de datos consistió en: 1) Cálculo de los estadísticos descriptivos: media, desviación típica y prueba de significatividad estadística; 2) *Path Analysis* o análisis de trayectorias para conocer la relación anidada entre funciones ejecutivas (y sus componentes) con metacognición (y sus componentes) como variables endógenas representadas estadísticamente como series de ecuaciones estructurales de regresión lineales.

Se utilizó el programa estadístico SPSS (v.25.0) y el programa MPLUS (v.8.7).

## Resultados

La Tabla 1 recoge el método de máxima verosimilitud obtenido que reporta buen ajuste

del modelo a los datos, con adecuados índices de ajuste absoluto ( $\chi^2/gf = 1.171$ ,  $RMSEA = .030$ ) e incrementales  $CFI = .976$ ;  $NFI = .964$  e  $IFI = .976$ ) y mediación de las FE-MC.

Las relaciones entre los componentes ejecutivos y metacognitivos se representan en la Figura 1.

Tal como se observa en la Figura 1, los componentes ejecutivos más relacionados con el componente metacognitivo de *Regulación* son: *Flexibilidad* ( $\beta = .51$ ), seguido de la *Memoria de trabajo visuo-espacial (E)* ( $\beta = .37$ ) e *Inhibición* ( $\beta = .20$ ), y menor influencia con la *Memoria de trabajo verbal (E)* ( $\beta = .11$ ).

Los componentes ejecutivos relacionados con el componente metacognitivo de *Conciencia*, reportan cargas factoriales más altas con la *Memoria de trabajo espacial* ( $\beta = .24$ ) y la *Memoria de*

*trabajo verbal* ( $\beta = .20$ ), seguidas de la *Flexibilidad* ( $\beta = .19$ ), y menores con la *Inhibición* ( $\beta = .15$ ).

### Discusión

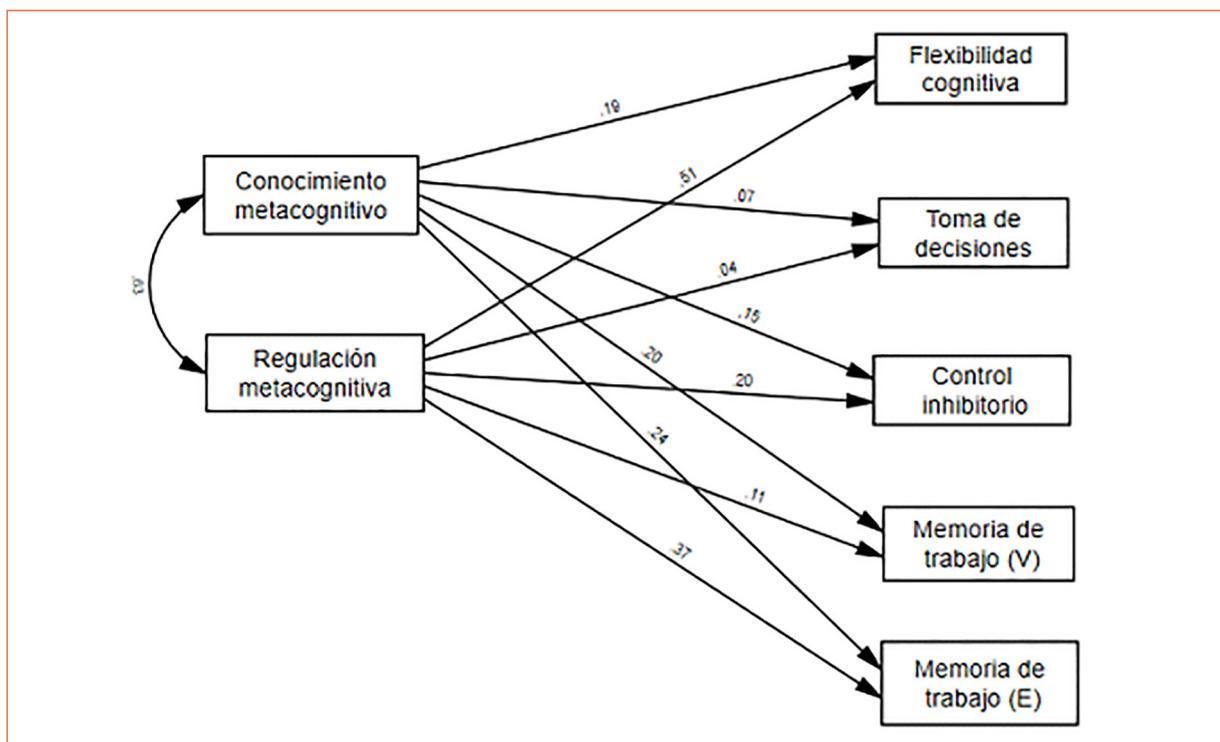
Este trabajo aborda la estrecha relación de las FE y la MC con la inteligencia<sup>7</sup>, y su papel integrador en la regulación de los altos recursos intelectuales y sus resultados cognitivos y de aprendizaje, especialmente relevante para comprender la ACI y su posible relación con la expresión óptima del alto potencial.

Los resultados obtenidos ofrecen un modelo de mediación ajustado entre ambos constructos (y sus componentes) lo cual corrobora su rol integrador<sup>5</sup> y mediador<sup>7,9</sup>, especialmente de las FE como endofenotipo que modula la expresión de la disponibilidad genética, pudiendo explicar en el caso de la ACI la discrepancia a veces observa-

**Tabla 1** | Estadístico de ajuste del modelo

	$\chi^2/gf$	CFI	RMSA	RMSEA90%	NFI	IFI
Modelo	1.171	.976	.030	.000-.087	.964	.976

**Figura 1** | Modelo estructural de la relación entre metacognición y funciones ejecutivas



da entre el alto potencial intelectual y los logros conseguidos.

El modelo estructural obtenido, relaciona con mayor robustez el componente ejecutivo de *Flexibilidad* con el de *Regulación* metacognitiva sugiriendo una integración de componentes de apertura para el cambio resolutivo eficaz, acompañado de la *Memoria de trabajo* visuo-espacial. Por otro lado, reporta una relación robusta entre el componente ejecutivo de *Memoria de trabajo* (visuo-espacial y verbal) con la *Conciencia metacognitiva*, seguida a distancia de la *Flexibilidad* e *Inhibición* ejecutivas, sugiriendo un proceso más declarativo en el que es relevante el manejo de la información, tanto para la búsqueda de la adecuada como la *Inhibición* de la no pertinente, acorde a resultados anteriores<sup>16</sup>. Sería interesante contrastarlo entre perfiles de ACI y entre esta y las personas con inteligencia típica.

Los resultados también sugieren la necesidad de integrar los estudios genéticos y de neurociencia para comprender mejor, desde el marco conceptual del desarrollo cognitivo, el papel de la regulación del potencial en el funcionamiento y manifestación diferencial de la inteligencia, así como la posible discrepancia entre el alto potencial y el bajo rendimiento, con sus reper-

cusiones en el logro y bienestar personal y social. Con ello se abre el camino hacia avances teórico-aplicados para la mejora de la expresión de la ACI poniendo de relevancia las habilidades necesarias para el progreso humano en el S.XXI que las personas con ACI tienen la responsabilidad de co-liderar, éticamente.

Finalmente, se abre una vía prometedora de transferencia para la educación de las habilidades ejecutivas y metacognitivas, seleccionando las más efectivas y su relación con otras habilidades intelectuales<sup>9</sup>. En suma, acorde con Roebbers<sup>5</sup>, son precisas líneas de investigación interdisciplinar y multi-nivel para comprender mejor la autorregulación desde sus raíces ontogenéticas en un marco diferencial del desarrollo cognitivo y de expresión óptima de recursos en la ACI, sugiriendo la necesidad de introducir cambios destacados en la educación, éticamente.

---

**Agradecimientos:** Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España (MINECO): Proyecto (EDU2016-78440P) y Proyecto (PDC2021-121526-I00).

---

**Conflicto de intereses:** La autora declara no tener conflictos de interés.

## Bibliografía

1. Fries J, Pietschnig J. An intelligent mind in a healthy body? Predicting health by cognitive ability in a large European sample. *Intell* 2015; 93: 101666.
2. Sternberg RJ, Ambrose D. (Eds) *Conceptions of Giftedness and Talent*. Palgrave MacMillan, 2021.
3. Plomin R, Deary IJ. Genetics and intelligence differences: Five special findings. *Mol Psychiatry* 2015; 20: 98-108.
4. Diamond A. Executive functions. En: Gallaher A., Chr. Bulteau, D.Cohen y JL. Michaud. *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier 2020; 225-240.
5. Roebbers CM. Executive function and metacognition: Towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Dev Rev* 2017; 45: 31-51.
6. Viterbori P, Usai MC, Traverso L De Franchis V. How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in Grades 1 and 3: A longitudinal study. *J Exp Child Psychol* 2015; 140, 38-55.
7. Engelhard LE, Mann FrD, Briley D, Church JA, Paige Harden K, Tucker-Drob, EM Strong Genetic Overlap Between Executive Functions and Intelligence. *J Exp Psychol Gen* 2016; 145: 1141-59.
8. Jiang R, Calhoun VD, Fan L, Zuo N, Jung R, Qi S, Lin D, Li J, Zhuo C, Song M, Fu Z, Jiang T, Sui J. Gender differences in connectome-based predictions of individualized intelligence quotient and sub-domain scores. *Cereb Cortex* 2020; 30: 888-900.
9. He L, Liu W, Zhuang K, Meng J, Quiu J. Executive function-related Functional Outcomes Predict Intellectual Abilities. *Intell* 2021; 85: 101527.
10. Beaty RE, Kenett YN, Christensen AP, Rosenberg MD, Benedek M, Chen Q, Fink A, Qiu J, Kwapił TR, Kane MJ, Silvia PJ. Robust prediction of individual creative ability from brain functional connectivity. *Proc Natl Acad Sci USA* 2018; 115: 1087-92.
11. Filippi R, Ceccolini A, Periche-Tomas E, Bright P. Developmental trajectories of metacognitive pro-

- cessing and executive function from childhood to older age. *Quart J Exp Psychol* 2020; 73: 1757-73.
12. Metcalfe J, Schwartz BL. The ghost in the machine: Self-reflective consciousness and the neuroscience of metacognition. En: J. Dunlosky, S.K. Tauber (Eds.), *The Oxford handbook of Metamemory*. Oxford University Press 2016; 407-24.
  13. Sastre-Riba S, Ortiz T. Neurofuncionalidad ejecutiva: estudio comparativo en las altas capacidades. *Rev Neurol* 2018; 66 Supl 1: S51-6.
  14. Montoya-Arenas DA, Aguirre-Acevedo DC, Díaz Soto CM, Pineda Salazar DA. Executive Functions and High Intellectual Capacity in School-Age: Completely Overlap? *Int J Psychol Res* 2018; 11: 19-32.
  15. Hernández-Finch ME, Neumeister Kr, Burney VH, Cook AL. The Relationship of Cognitive and Executive Functioning with Achievement in Gifted Kindergarten Children. *Gift Child Qu* 2014; 58: 167-82.
  16. Sastre-Riba, S. Gestión de recursos cognitivos para la expresión de la Alta Capacidad Intelectual. En: Rocha A, García-Perales R, Ziegler A, Renzulli JS, Fr; Gagné SI, Pfeiffer T. Lubart A. *Inclusao Educativa nas Altas Capacidades, Argumentos e Perspectivas*, Aneis, 2022; 345-66.
  17. Munro J. The learning characteristics of gifted literacy disabled students. *Gift Educ Int* 2005; 19: 154-72.
  18. Mueller ST, Piper BJ. The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *J Neurosci Methods* 2014; 222: 250-9.
  19. Wechsler D. *WISC-V. Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños-V*. Pearson: Madrid, España, 2015.
  20. Schraw G, Dennison RS. Assessing Metacognitive Awareness. *Contemp Educ Psychol* 1994; 19: 460-75.