



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
Sistema de Universidad Abierta y Educación a Distancia

Manuscrito Recepcional

Programa de Profundización en Psicología de la Salud

Nombre del trabajo

EVALUACIÓN NEUROFISIOLÓGICA Y NEUROPSICOLÓGICA DE LAS ALTAS CAPACIDADES. MÁS ALLA DEL WISC

Tipo de investigación

Reporte de Investigación Teórica

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A:

Nombre del alumno

Luis Manuel Castillo Chávez

Director: Mtra. Gabriela Leticia Sánchez Martínez

Secretario: Lic. Elizabeth García Vásquez

Vocal: Dra. Julieta Moreno Villagómez



Los Reyes Iztacala Tlalnepantla, Estado de México, junio 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Marco teórico	3
1.2 Planteamiento del problema	7
1.2.1 Objetivo general	8
1.2.2 Objetivos específicos.....	8
II. ALTAS CAPACIDADES, DEFINICIÓN Y SU CLASIFICACIÓN. MÁS ALLÁ DEL NÚMERO DEL CI.	9
2.1 Altas capacidades o sobredotación.....	10
III. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS, NEUROFISIOLÓGICAS Y PSICOLÓGICAS.....	15
3.1 Genética de las altas capacidades	15
3.2 Cambios histológicos en las altas capacidades	18
3.3 Hallazgos biológicos de las altas capacidades.....	18
3.4 Neurofisiología de conducción de las altas capacidades (hallazgos por electroencefalograma).....	20
3.5 Neurofisiología desde la perspectiva funcional (hallazgos por resonancia magnética)	24
3.6 Características psicológicas	25
IV. DIAGNÓSTICO POR PSICOMETRÍA, MÁS ALLÁ DEL WISC	28
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIÓN.....	36
VII. REFERENCIAS	37

RESUMEN

En torno a las altas capacidades existen múltiples dificultades; una de ellas es que existen problemas para distinguir la diferencia conceptual entre altas capacidades y sobredotación y la valoración de las mismas al reducir a los individuos con altas capacidades a sólo personas con un número de coeficiente intelectual elevado.

Por lo que es importante no sólo tener clara una definición de las altas capacidades, sino que se tengan opciones diagnósticas e intervención que se puede realizar en las personas con altas capacidades.

De ahí que para poder abordar a los individuos con altas capacidades es necesario primeramente identificar las características propias de los individuos, mismas que pueden ser genéticas, biológicas, neurobiológicas, funcionales, histológicas y estructurales. El identificar dichas características podrá permitir ampliar la concepción de las altas capacidades, mejorar el abordaje de los individuos para su caracterización, evaluación individual y ofrecer a largo plazo mejores oportunidades de desarrollo y apoyo.

En la actualidad el conocimiento empírico sobre las altas capacidades deja evidente que se puede tener un abordaje más complejo a nivel biológico, neuropsicológico y psicométrico de los individuos con altas capacidades. Por lo que sería posible a la larga generar baterías más amplias para su evaluación, por consiguiente, generar mejores planes de apoyo y desarrollo de las personas con altas capacidades.

Palabras clave: Altas capacidades, sobredotación, evaluación

ABSTRACT

There are multiple difficulties around high abilities; One of them is that there are still problems in distinguishing the conceptual difference between giftedness and high abilities and their assessment by reducing gifted individuals to only people with a high IQ number. Therefore, it is important not only to have a clear definition of giftedness, but also to have diagnostic and intervention options that can be carried out on people with giftedness.

Hence, in order to address individuals with high abilities, it is first necessary to identify the characteristics of individuals, which can be genetic, biological, neurobiological, functional, histological and structural. Identifying these characteristics may allow us to broaden the conception of high capacities, improve the approach of individuals for their characterization and individual evaluation of each person and offer better opportunities for development and support in the long term.

At present, the empirical knowledge about giftedness makes it clear that it is possible to have a more complex approach at the biological, neuropsychological and psychometric level of individuals with high abilities. Therefore, it would be possible in the long run to generate broader batteries for its evaluation, therefore, generate better support plans and people with high abilities.

Keywords: Giftedness, high abilities, Evaluation

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Marco teórico

La concepción de las altas capacidades surge de manera indirecta mediante la evolución y comprensión del término de sobredotación. El origen del concepto de la sobredotación a su vez va históricamente de la mano de la aparición de los instrumentos o test desarrollados para evaluar la inteligencia.

Partiendo de lo anterior el término de sobredotación nace con la aparición del primer test de inteligencia presentado en 1916 por Terman (*Stanford Revision of the Binet-Simon Scale*), el cual con base a los percentiles matemáticos y los resultados de la población incluida en los primeros estudios determinó que un puntaje de coeficiente intelectual mayor a 130 (se podría considerar sobredotación-término empleado en dicha época-); el cual históricamente fue empleado para la valoración en niños y cuya escala se ajustaba a la edad cronológica de los niños evaluados (Littman, 2004).

Cabe señalar que previamente en 1912, Willian Stern había presentado el término de “coeficiente intelectual” o “IQ,” el cual fue desarrollado como parte de un proceso de estandarización de los resultados de los test de inteligencia. Éste se construye de manera directa a partir de dividir el puntaje de edad mental de una persona por la edad cronológica de una persona, el resultado se multiplicó por 100; el cual se puede manejar por percentiles entre los grupos por edad (Braaten & Norman, 2006).

El instrumento presentado por Terman en 1916 fue revisado en 1937 (incluso en la actualidad va en su quinta edición); sin embargo, para esa fecha se había presentado el *Wechsler-Bellevue Intelligence Scale* en 1939, el cual evolucionó para convertirse en 1949 en el *Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC)* el cual está diseñado desde sus orígenes para evaluar a menores de entre 6 a 16 años (Henderson, 2010). Es el instrumento relacionado a la inteligencia más empleado y de mayor uso a nivel internacional y el más empleado en la valoración de la inteligencia, sobredotación y altas capacidades (Pérez-Aguero, 2020).

Posteriormente se presentó la versión para adultos, el *Wechsler Adult Intelligence Scale* (WAIS) el cual también se ha convertido en el instrumento para la valoración de inteligencia más empleado en adultos a nivel mundial (Pérez-Aguero, 2020).

En este punto es importante señalar que lo evaluado en las escalas de donde surge la denominación de sobredotación es la valoración de la “inteligencia,” la cual fue definida como la capacidad de comprender y resolver problemas, razonar, adaptarse al ambiente y comprender las cuestiones de cualquier problema (García-Bulle, 2019; Gardner, 2011).

Sin embargo, este acercamiento a la sobredotación se ha enfocado meramente en la resolución de problemas y se enfoca de manera unitaria al ámbito lógico-matemático en niños (Ardila, 2011; Tourón, 2004), por lo que históricamente la evaluación de la sobredotación y eventualmente las altas capacidades se ha centrado en la valoración de la inteligencia y la evaluación en niños y adolescentes.

Es hasta la década de 1980 que se plantearon teorías como la de las inteligencias múltiples y otros modelos que explican la inteligencia y sus componentes, así como la aparición del concepto de altas capacidades (la clasificación de las mismas, reconceptualización de la sobredotación y talento); e igual surgieron otros modelos como el genético o aquellos que presentan características asociadas directamente al sexo (Peña del Agua & Sordiaz Gutiérrez, 2002).

Algunos modelos más actuales de altas capacidades se centran en explicar éstas con base a la existencia de diferentes habilidades mentales, creatividad y contextos familiares y talentos; yendo más allá de sólo el coeficiente intelectual. Empero, aún siguen dejando de lado si existen otras características biológicas, metabólicas, funcionales o cualquier otro hallazgo que se haya realizado en últimos años acerca de las altas capacidades (Covarrubias Pizarro, 2018).

Al día de hoy la sobredotación se mantiene como un término aceptado por distintas instancias, pero aún en construcción y validación por parte de las diferentes instituciones. Esto quiere decir que las altas capacidades, su significado y diagnóstico aún se encuentran en proceso de consolidación.

Sin embargo, la principal base de construcción del diagnóstico y abordaje de las altas capacidades se dan clásicamente en la valoración psicométrica de la inteligencia o

habilidades intelectuales. Ésta está centrada en el trabajo de identificar alto desempeño con el uso psicométrico específico de instrumentos como es el WISC.

En la actualidad los diversos estudios que se han planteado sobre hallazgos en las altas capacidades no centrados en la psicometría de las habilidades intelectuales obligan a que se realice una revisión sobre las posibles alternativas y complementos del abordaje diagnóstico y de características de las altas capacidades.

Por lo que con la presente revisión se pretende indagar sobre las posibles alternativas de estudio de las altas capacidades, lo cual no sólo mejoraría la identificación si no que permitiría también identificar o validar las teorías sobre la inteligencia y sobredotación.

1.2 Planteamiento del problema

La sobredotación y altas capacidades es un tema que ha sido abordado por más de 100 años de investigación y planteamientos teóricos en la psicología; sin embargo, este mismo se ha centrado de manera directa en la valoración del coeficiente intelectual de manera numérica mediante test psicométricos especializados en la calificación de la inteligencia.

Esta valoración se ha vuelto con el tiempo más controversial derivada de que la inteligencia se entiende cada día como algo más complejo en cuanto a los tipos de inteligencia. Esto de manera adicional se relaciona con cambios fisiológicos y neurológicos que soportan de manera directa el desarrollo de la inteligencia.

Razón por la cual el abordaje diagnóstico debe volverse integral y acorde a los hallazgos realizados en las personas con altas capacidades.

1.2.1 Objetivo general

Revisar las opciones diagnósticas e intervención que se puede realizar en las personas con altas capacidades.

1.2.2 Objetivos específicos

- a. Identificar las características de la definición las altas capacidades
- b. Describir los apartados fisiológicos, psicológicos y neurobiológicos de las altas capacidades
- c. Describir los métodos diagnósticos psicométricos para altas capacidades
- d. Describir los métodos diagnósticos no psicométricos para altas capacidades

II. ALTAS CAPACIDADES, DEFINICIÓN Y SU CLASIFICACIÓN. MÁS ALLÁ DEL NÚMERO DEL CI.

Para poder explicar y definir las altas capacidades tenemos que partir del término inicial empleado que es el de sobredotación o en inglés “gifted” que se entendía meramente como individuos con un nivel intelectual alto. Aunque dicha concepción se centra de manera única en la inteligencia de un individuo o un coeficiente intelectual alto en comparación con sus pares, determinado mediante un único instrumento de evaluación (Mandelman et al., 2010).

Por lo tanto la sobredotación y las altas capacidades son conceptualizadas conforme al nivel de la inteligencia resultado del empleo de un instrumento para la valoración de la inteligencia que usualmente suele ser el Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC) para la etapa infantil o Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS), obteniendo un puntaje superior a 130 puntos, que es el criterio tradicional para identificar la sobredotación y altas capacidades (Terriot, 2018).

Sin embargo, más allá de una cifra, aún la definición universal para la sobredotación o altas capacidades sigue en construcción. Al día de hoy, ni la Organización Mundial de la Salud, el DSM-5 o la clasificación CIE han incluido el término de sobredotación o altas capacidades dentro de sus registros (APA, 2014; WHO, 2019).

En cambio, podemos tomar definiciones propuestas por otras instituciones o instancias, por ejemplo:

-La Librería Nacional de Medicina (NLH) en su índice *MeSH* señala que se considera un individuo “sobredotado” como “aquel que comparado con individuos de su misma edad o experiencia muestra capacidades o un desempeño intelectual mayor, incluyendo el desempeño creativo o artístico, de liderazgo o es excelso en áreas académicas específicas” (NIH, 2022).

-La Asociación Nacional de Niños Sobredotados (NAGC) define a los individuos con sobredotación como “aquellos que demuestran niveles sobresalientes de aptitud (entendidos como habilidad excepcional para razonar o aprender) o competencia (desempeño o logro documentado en el 10% superior de la población) en uno o más dominios” (NAGC).

2.1 Altas capacidades o sobredotación

Con lo anterior podemos señalar que hoy en día la definición de sobredotación está más allá del número de coeficiente intelectual, se entiende como un conjunto de características que incluyen diferentes áreas como la aptitud, aprendizaje, competencia, logros, creatividad, entre otros y que se encuentran en un desarrollo superior al 10% respecto a sus pares.

Esto da como resultado que los individuos con sobredotación sean en realidad un grupo heterogéneo al presentar un conjunto de características diversas en relación a sus pares

ya que incluso el desarrollo de dichas características puede variar entre individuos del mismo grupo. Ello genera diversos perfiles basados en la configuración de las capacidades que se encuentran por arriba de los pares.

Con base en la cantidad de capacidades elevadas se muestran las siguientes configuraciones (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022):

- Altas capacidades simples: Presentación de percentil superior a 95 en una única capacidad intelectual o talento (verbal, creatividad, numérica, entre otros)
- Altas capacidades múltiples: Presentación de percentil superior a 85 en dos capacidades o talentos (verbal + creatividad, numérico + verbal, o cualquier combinación)
- Altas capacidades complejas o sobredotación: Presentación de percentil superior a 80 en tres capacidades o percentil superior a 75 en todas las capacidades intelectuales o talento evaluables incluyendo la creatividad

De esta forma es como se ha determinado o señalado la diferencia conceptual entre la sobredotación que equivaldría a un alto desempeño en todas las capacidades o dominios intelectuales evaluables y las altas capacidades como un alto potencial en al menos un dominio intelectual, es decir sobredotación y altas capacidades no son lo mismo, la sobredotación es un subtipo de altas capacidades; siendo este concepto aceptado por el Gobierno Español y la *National Association for Gifted Children* de Estados Unidos (NAGC; Olszewski-Kubilius et al., 2015; Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022).

En caso de México en el 2006 la Secretaría de Educación Pública en su *Propuesta de intervención: atención educativa a alumnas y alumnos con aptitudes sobresalientes* dice que los “niños, niñas y jóvenes con aptitudes sobresalientes son aquellos capaces de destacar significativamente del grupo social y educativo al que pertenecen en uno o más de los siguientes campos del quehacer humano: científico-tecnológico, humanístico-social, artístico o acción motriz...” (Covarrubias Pizarro, 2018)(p.59).

En este punto es pertinente hacer una aclaración sobre los términos sobredotación y altas capacidades y su equivalencia en inglés, ya que en inglés los términos serían “gifted”=sobredotación y “high abilities” o “high cognitive abilities”=altas capacidades; sin embargo, el término “high abilities” al ser reciente aún no aparece dentro del MeSH y no puede ser empleado de forma general en artículos indexados en el catálogo de la librería del Congreso (NIH, Pubmed) y su uso aún es limitado. Por lo que los autores suelen aclarar en su metodología que al incluir personas con la descripción “gifted” consideran a aquellos con al menos una capacidad intelectual con un resultado mayor o igual a 130 o se encuentre en el percentil 95 o superior.

Retomando el abordaje del concepto de altas capacidades, se puede observar que dentro los tipos de altas capacidades se hace uso del concepto talento, el cual según la definición propuesta por Tarrida y Batlle (1998) se entiende como una habilidad específica (matemática, lógica, social, creativa, verbal, artística-figurativa o académica); por lo cual los individuos con altas capacidades son aquellos que presentan un alto

rendimiento en una o algunas habilidades específicas, con un rendimiento medio o incluso bajo en el resto de habilidades (Tarrida & de Batlle Estapé, 1998).

Como se puede evidenciar el concepto de altas capacidades ha variado y se ha construido de diversos elementos; empero lo que dejan en evidencia los conceptos antes señalados y constructos acerca de las altas capacidades es que éstas son (Tourón, 2004):

- Un constructo cualitativo con aspectos cuantitativos
- Las conclusiones y definiciones sobre inteligencia y altas capacidades se mantienen por largo periodo de tiempo
- Las altas capacidades son un collage
- Las altas capacidades son multifacética
- Las definiciones están orientadas al desarrollo de procesos
- La identificación actual de la sobredotación y altas capacidades está orientada en el rendimiento de las capacidades intelectuales de los individuos

Por otro lado, las definiciones sobre altas capacidades también tienen su construcción con base al modelo sobre el que se explica el origen de las mismas. Estos modelos explican el origen y características de las personas de altas capacidades, teniendo al día de hoy tres modelos principales (Tejera et al., 2017):

- a. Modelo genético o innatista: Se considera que las altas capacidades es algo independiente del entorno, es decir una característica estable obtenida durante el

proceso de la gestación genética y desarrollo fetal; esto independiente de si se considera la inteligencia como un sólo tipo o múltiples inteligencias.

- b. Modelos cognitivos: Los cuales se refieren a la inteligencia como un producto de la cognición, que mediante procesos al funcionamiento, estrategias y resolución de tareas intelectuales fomentan su desarrollo.
- c. Modelos sistémicos: Donde se considera la inteligencia un resultado directo del ambiente, interacciones sociales y estímulos.
- d. Modelos de rendimiento: Sitúan a la superdotación como algo de origen natural y al talento al desarrollo de las habilidades natas de los individuos.

Sin embargo, uno y otro modelo aíslan las características y origen de las altas capacidades señaladas en otros modelos. Por lo que es necesario revisar el conocimiento empírico que existe sobre las altas capacidades para poder comprenderlas de manera más amplia.

III. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS, NEUROFISIOLÓGICAS Y PSICOLÓGICAS

Como se ha señalado previamente las altas capacidades se han relacionado únicamente con las habilidades intelectuales; empero, ¿cuáles son las características identificadas de las mismas?

Las investigaciones sobre el origen de las altas capacidades se inician con el estudio de niños gemelos idénticos, los cuales tienden a presentar niveles de Coeficiente Intelectual idénticos en las pruebas, mientras que en los mellizos el nivel de paridad entre los resultados es del 50%. Lo que dio los primeros esbozos de la intervención biológica en el desarrollo de las altas capacidades (Lykken, 1998).

3.1 Genética de las altas capacidades

Como veremos más adelante, se han asumido relaciones genéticas directas entre las altas capacidades y la genética; aunque, también se han descrito asociaciones entre cambios fisiológicos específicos y las altas capacidades. En la actualidad no existe un gen específico de la inteligencia o de las altas capacidades, pero si existe un conjunto de marcadores o de genes específicos que han mostrado importancia en ellas (Plomin & Haworth, 2009).

Los mecanismos para valoración del papel de algún gen en las altas capacidades han sido la expresión del mismo, su actividad transcripcional y el análisis del polimorfismo

entre personas con altas capacidades y sin altas capacidades, mostrando una diferencia significativa en su polimorfismo (Plomin, McClearn, et al., 1994):

- ESR (Receptor estrogénico): Este gen participa en la codificación del receptor del estrógeno y en la vía de crecimiento, metabolismo, desarrollo sexual, y el metabolismo óseo. Sin embargo, en estudios recientes se ha visto que dicho receptor es clave en el desarrollo neural e incluso modifica vías epigenéticas para la regulación de formación del cerebro en la etapa fetal (Cunningham et al., 2014; Nalvarte et al., 2021; Zhou et al., 2022)
- HLA-A(B) (Mayor complejo de histocompatibilidad clase 1): Pese a ser un gen de codificación proteica con fines inmunológicos, estudios recientes han señalado que cambios en la epigenética fetal del mismo gen pueden conducir a variaciones conformacionales y del desarrollo del cerebro asociadas con el espectro autista (Sun et al., 2022).
- INSR (Receptor de insulina): El receptor de insulina en conjunto con otras moléculas, como es el factor de crecimiento tipo insulínico (IGF1), participan en el proceso de remodelación y en la neuroplasticidad. De manera reciente en modelos murinos el INSR se ha descrito como un estimulante de la neurogénesis (Chidambaram et al., 2022; Merlo Pich et al., 2022).
- SOD2 (Superóxido dismutasa 2): Más allá del papel para condicionar los estados de estrés oxidativo, el gen SOD2 ha sido señalado como una proteína que en baja producción conducirá a la muerte celular o

encefalopatía e incluso tolerancia a la hipoxia cerebral (Barone et al., 2015; Izuo et al., 2015; Samoilov et al., 2002).

- TAT (Tirosin Aminotransferasa): Tiene una participación en los procesos de citosólicos para la liberación y manejo de los neurotransmisores (Bowsher & Henry, 2020).
- APO E4: Cambios puntuales en la apolipoproteína están relacionados con otras enfermedades de carácter neurológico, incluso en enfermedades como Alzheimer. Sin embargo, desde hace casi 30 años se le ha asociado también con cambios neurológicos cognitivos como la morfometría (Plomin, Owen, et al., 1994; Wang et al., 2022)
- SHBG: Molécula de unión de globulina entre testosterona y estradiol, el cual en personas con altas capacidades presenta una menor repetición de codones (CAG), lo que favorece las señales androgénicas y reduce el papel de la testosterona (Celec et al., 2013). Esto regula la actividad cerebral y posiblemente el desarrollo prenatal del cerebro (Durdiaková et al., 2013).

Así como hemos hablado al momento de la participación de genes en la modelación del cerebro, resulta que adicional al gen HLA-Ha comentado previamente, existe la participación de otras moléculas de perfil inmunológicas que participan en el proceso de diferenciación de las neuronas corticales como la IL-6 e IFN-gamma que de acuerdo a su expresión fetal pueden favorecer cambios que condicionan o forman la base biológica de desórdenes neuropsiquiátricos (Kathuria et al., 2022)

Actualmente, aún se mantiene una evaluación y rastreo de genes que intervienen en las altas capacidades; incluso una revisión ha documentado el estudio de más de 30 genes diferentes (Plomin, Owen, et al., 1994). Sin tener aún una lista definitiva de la participación y características de los genes que tienen alguna característica particular en los individuos de altas capacidades.

3.2 Cambios histológicos en las altas capacidades

Uno de los principales hallazgos biológicos en las altas capacidades, se realizó mediante un estudio directo histológico del campo 39 en la región parietal. Encontrando que en la capa III y IV se presenta mayor variabilidad neuronal, cantidad de neuronas y de neuronas de interconexión (Bogolepova & Malofeeva, 2004). Se observaron cambios similares en el campo 44 y 45 de la región frontal, donde no sólo se encontraron cambios en la cantidad de neuronas sino que también se observaron cambios en la orientación neuronal (Bogolepova, 1994).

Lo anterior implica que existen también cambios conformacionales de diferentes estructuras como lo es la sustancia blanca y del cuerpo calloso (evidente en resonancia magnética) (Navas-Sánchez et al., 2014).

3.3 Hallazgos biológicos de las altas capacidades

También se han identificado otras características entorno a las altas capacidades; se ha identificado cambios en los niveles de testosterona. Una disminución de los niveles de

testosterona se ha relacionado de manera directa con una mejora de los niveles cognitivos e incluso de la función viso-espacial (Halpern & Tan, 2001).

Un nivel de testosterona bajo se ha descrito en las personas con altas capacidades y se han comprobado en pruebas de saliva. Se ha observado que estos niveles son incluso más bajos que los niveles de testosterona en pacientes con un coeficiente intelectual menor a 70 evaluados en el área verbal o general (Ostatnikova et al., 2007). Incluso se ha postulado que los niveles de testosterona y estrógenos durante el desarrollo fetal podrían afectar el desarrollo de estructuras cerebrales y las altas capacidades (Mrazik & Dombrowski, 2010).

De manera similar se han identificado cambios metabólicos específicos en el funcionamiento cerebral en personas con altas capacidades evaluadas por la tomografía por emisión de positrones (TEP). Mediante el uso de dicha técnica se ha probado una correlación negativa entre el uso de glucosa, la actividad subcortical y las áreas corticales; además de cambios en la tasa del metabolismo de glucosa de la región del cíngulo anterior, cíngulo posterior, región frontal superior, paracentral y preunea (Haier et al., 1992).

Dentro de las altas capacidades también se han evidenciado cambios exacerbados en la respuesta inmunológica asociados a HLA-A, IL-6 e IFN-gamma; dicha respuesta exacerbada se mantienen y perpetúan incluso en la etapa infantil tardía que se ha manifestado aun en infecciones como la de la COVID-19 (McDonagh Hull et al., 2021).

Por otro lado, también se ha mostrado que en los procesos de la maduración neural los individuos con altas capacidades presentan un desarrollo mayor o más temprano que los individuos de no altas capacidades o de discapacidad intelectual con cambios significativos. Dentro de esta valoración aparte de la memoria se han observado cambios en maduración del motor fino en velocidad y competencia, sincinesia, lateralidad y memoria a corto plazo (Shaywitz et al., 1984).

Estas evidencias biológicas muestran que existen dos retos para entender las altas capacidades: primero aún se desconocen el papel de muchas moléculas en el desarrollo y funcionamiento del sistema biológico del cuerpo; y segundo, que apenas se inicia la comprensión de moléculas como las hormonas en el desarrollo de habilidades intelectuales.

3.4 Neurofisiología de conducción de las altas capacidades (hallazgos por electroencefalografía y potenciales evocados)

Uno de los primeros hallazgos se ha dado de manera directa en la valoración electroencefalográfica; uno de ellos se dio al comparar la respuesta electroencefalográfica en individuos con altas capacidades (creativas o sobredotación) identificados por psicometría, de los cuales presentaron mayor potencia de actividad alfa que los individuos de coeficiente medio; aunque simultáneamente las personas con altas

capacidades presentaron mayor respuesta en diversas áreas cerebrales en comparación con las personas de coeficiente medio (Alexander et al., 1996; Jaušovec, 2000).

Incluso se han visto cambios directos en la configuración y ocupación fraccional, duración media de la respuesta y cambios de la red fronto temporal derecha transitoria (rFTN) a través del electroencefalograma (EEG), donde se ve incrementada la activación frente actividades matemáticas, así como una disminución en los tiempos de reacción (Zhang et al., 2020).

En el mismo tenor, se han identificado cambios en la actividad de hemisferio derecho, aumento en la interacción de la corteza frontal y un incremento en la interacción de la región parietal posterior ante estímulos matemáticos (Hu et al., 2011).

De manera simultánea se ha demostrado que una mayor potencia de la actividad alfa del cerebro en la resolución de problemas se ha relacionado con un menor esfuerzo mental para la resolución (Jaušovec, 1996).

En cuanto a la respuesta que se presenta en los potenciales evocados ante algún estímulo, es posible identificar cambios en las respuestas entre las personas de altas y no altas capacidades, los hallazgos se ha presentado principalmente en la respuesta de la onda P300, la cual se presenta con una respuesta reducida en tiempo en las personas con altas capacidades en comparación con las de no altas capacidades (Benharrath et al., 2020; F. Martin et al., 1993).

Incluso la latencia que se presenta entre las ondas N1-P300 en los potenciales evocados también se ven reducidos en las personas con altas capacidades, lo que al final se traduce como en una respuesta más rápida ante algún estímulo en comparación con las personas de no altas capacidades (Florence Martin et al., 1993).

Similar a lo anterior, se ha buscado evaluar la capacidad de cambio de actividad y facilidad de atención entre actividades; encontrando un cambio en la amplitud de respuesta de la onda P300 en los individuos con altas capacidades al cambiar entre actividades permitiendo un cambio más rápido de actividad y mejorando la capacidad de atención (Duan & Shi, 2014).

Además, en las etapas media y tardía del período de conclusión en la resolución de problemas, los individuos con al menos altas capacidades simples (talento matemático) tienen menos flujo de información en las regiones parietales anterior y posterior del cerebro que los sujetos normales. Lo que ha conducido a conclusiones como que la red frontoparietal cerebral matemáticamente dotada parece tener un procesamiento de información más "automatizado" durante las tareas de razonamiento (Wei et al., 2020).

Si bien existen pocos estudios de valoración o evaluación del razonamiento, se ha encontrado que en la construcción de hipótesis o construcción de conclusiones de supuestos dados es posible encontrar cambios en los complejos de modulación entre las zonas temporal izquierda-central, temporal izquierda-parietal e interhemisférica en las

personas con altas capacidades, lo cual puede sugerir que los recursos cognitivos se distribuyen de manera más eficiente que en sujetos control (Jin et al., 2006).

Esto último, se ha relacionado a cambios conformacionales de la estructura de la sustancia blanca frontoparietal, presentando una mayor fidelidad, rapidez y reducción en la sincronía de errores en la transmisión. Los cambios en los lóbulos temporal y occipital son responsables de procesar la información visual y cognitiva temprana, y la corteza parietal es responsable de recibir los resultados del procesamiento sensorial e intuitivo potencial (Nowicka et al., 1996).

Los hallazgos realizados por electroencefalograma en las altas capacidades permiten realizar una caracterización de los procesos cognitivos de los individuos, también permite evaluar diferencias de velocidad de conducción y estructuras involucradas en los procesos cognitivos y metacognitivos de las personas con altas capacidades. Incluso puede permitir la conformación de un perfil de las estructuras de procesamiento que están potencializadas en cada individuo con altas capacidades.

3.5 Neurofisiología desde la perspectiva funcional (hallazgos por resonancia magnética)

Estos últimos hallazgos son posibles de realizar gracias a tecnologías como la resonancia magnética y sus herramientas. Dentro de estas herramientas se presentan las redes covariantes que han permitido reconstruir redes neurológicas, las cuales en las personas con altas capacidades se encuentran más integradas y son más versátiles en su funcionamiento; e incluso los centros de conexión de las redes en las personas con altas capacidades a diferencia de las que no presentan altas capacidades se encuentran mayormente en las zonas de corteza que se han asociado a procesos de asociación. Todo esto genera que las personas con altas capacidades tengan una topología de red cerebral más integrada y versátil, que se traduce en un mejor rendimiento cognitivo (Solé-Casals et al., 2019).

Empleando la variante de la resonancia magnética funcional se ha puesto a prueba el paradigma de la rotación mental empleando la abstracción geométrica (prueba de Shepard and Metzler), en la cual al comparar las redes neurológicas empleadas para la resolución de la prueba o test de rotación mental entre personas con altas capacidades o talento matemático mostraron la activación de diversas redes frontoparietales no observadas en la población control (O'Boyle et al., 2005; Prescott et al., 2010).

En estudios más complejos se ha fusionado el uso de la resonancia magnética funcional con el electroencefalograma, lo que permite identificar la latencia de los potenciales generados en una zona activa identificada por resonancia magnética. Esta prueba fue

empleada para evaluar la prueba de Shepard and Metzler sobre rotación mental, encontrando que la amplitud de los potenciales en la región parietal no difiere entre sujetos control y de altas capacidades; pero si se encuentran diferencias en la corteza frontal, con base en lo anterior Anormal et al. (2020) concluyen que las personas con altas capacidades no sólo presentan redes neurológicas más activas en la zona frontal, sino que también tienen un aumento de actividad(Anomal et al., 2020).

Retomando el tema de análisis de las estructuras cerebrales y características de la corteza, se ha estudiado la conformación neurológica basada en el talento o habilidad intelectual de comunicación verbal y lectora. Para lo cual se realizó un estudio comparativo entre personas con discapacidad en la función verbal y de la lectura, sin altas capacidades y con altas capacidades en el área verbal y de lectura; como resultado de dicho análisis se encontraron diferencias en la intensidad de activación temporal y parietal y en especial la activación de zonas occipitales en las personas con altas capacidades en comparación de los otros dos grupos. Es decir que tiene un aumento en las redes neurológicas que participan en el proceso de la lectura (Gilger et al., 2017).

3.6 Características psicológicas

Las características psicológicas de las altas capacidades son un tema particular de explorar, en especial por que a lo largo de los años se han creado fenotipos de las

personas con altas capacidades que suelen recaer en la idea del científico loco o en el individuo capaz de hacer todo lo que quieran a nivel intelectual (Baudson, 2016).

Primeramente es importante señalar que se ha descartado que las altas capacidades generen una predisposición a patologías como depresión, ansiedad o suicidio; si bien existen similitudes como variaciones en ondas P300 entre pacientes con esquizofrenia o ansiedad y altas capacidades, no representa esto una mayor incidencia o factor de riesgo para el desarrollo de las patologías, sino que depende de manera directa del estímulo del ambiente (Likhanov et al., 2021; Manzano & Freijo, 2008; Martin et al., 2010; Sifuentes-Becerril et al., 2018).

En los análisis sistemáticos sobre características socioemocionales de menores con altas capacidades se ha señalado que los resultados en habilidades sociales y ansiedad percibida son contradictorios entre sí, por lo que no es concluyente que sea una característica de los individuos con altas capacidades (Algaba Mesa & Fernández Marcos, 2021).

Incluso se ha demostrado que no existe diferencia en relación a los problemas de crianza observados y percibidos por los padres de personas con altas capacidades y las que no, también se ha evidenciado que los problemas o características conductuales o sociales no dependen de las altas capacidades si no de los modelos de crianza y desarrollo ambiental que reciban las personas con altas capacidades (Manzano & Freijo, 2008; Morawska & Sanders, 2008).

Se han identificado diferencias en un mejor conocimiento metacognitivo (incluyendo memoria), declarativo y de habilidad para transferir e implementar estrategias; es decir, tienen mejores capacidades en el uso de reglas más avanzadas, aplicación de estrategias más eficientes, pueden aprender más y más rápido estrategias de resolución, flexibilidad para cambiar entre estrategias, mayor interconexión del conocimiento adquirido y mejoran el proceso resolutivo. Aunque, la elección de estrategias o el monitorizarlas no difiere de personas de no altas capacidades. (Kurtz & Weinert, 1989; Sastre-Riba, 2011; Tibken et al., 2022).

IV. DIAGNÓSTICO POR PSICOMETRÍA, MÁS ALLÁ DEL WISC

En la actualidad derivado de los cambios que se reportan a nivel biológico y que se han reportado previamente, se han buscado nuevas y mejores maneras de realizar una evaluación tanto del coeficiente intelectual como de otras habilidades. Esto por la consideración de características neuropsicológicas que no se encuentran o no pueden ser evidenciadas por el WISC o el WAIS y la determinación de coeficiente intelectual que se obtiene mediante dichas pruebas.

Dicha aseveración es soportada por la misma estructura y editorial que maneja el WISC, ya que se señalan que más allá de los 4 índices que evalúa (índice de memoria, índice de velocidad perceptual, razonamiento perceptivo y de comprensión verbal) puede haber variación de configuración de calificación, derivado de esto se han presentado dos configuraciones:

- *GAI (General Ability Index)* el cual se centra en la valoración de las funciones mentales asociadas a la velocidad de respuesta como un abordaje más importante que la memoria de trabajo, similar al *Full Scale Intelligence Quotient (FSIQ)*. Este evalúa de manera directa el vocabulario, identificación de similitudes, comprensión, diseño, matriz de razonamiento y conceptos con dibujo o imagen (Zhu J, 2007).
- *CPI (Cognitive Proficiency Index)*: Este es contraparte del GAI, y cuyo núcleo se centra en la valoración de la memoria de trabajo y en menor medida la velocidad

de procesamiento. Este evalúa con codificación, búsqueda de símbolos, números y retención de dígitos (Zhu J, 2007).

También se han presentado escalas de inteligencia con enfoques en habilidades específicas, uno de ellos es la *Escala Breve de Inteligencia Kaufman (K-BIT)* que se enfoca al razonamiento de problemas por estímulos visuales figurativos y abstractos; obteniendo un resultado de evaluación del CI verbal y no verbal. Mismo que mantiene una correlación con los apartados verbales de WISC y el WAIS, siendo por ende la K-BIT una prueba empleada para confirmar los resultados de las tradicionales (Levinson & Folino, 1994).

Adicional al WISC, se han propuesto otros instrumentos que permitan identificar o valorar las funciones cognitivas; en este tenor se encuentra la prueba FSIQ (*Full Scale IQ*) que evalúa de manera general seis apartados de las habilidades cognitivas y enfocado en la velocidad de respuesta. Teniendo que a diferencia del WISC predice mejor el comportamiento del puntaje del razonamiento perceptual y comprensión verbal de los individuos con altas capacidades (Rowe et al., 2012).

Incluso se han desarrollado instrumentos específicos para poblaciones como es la portuguesa, los cuales cuentan con el instrumento TIAH/S (Triagem de Indicadores de Altas. Habilidades/Superdotação) el cual se conforma de 42 ítems y valoran capacidades intelectuales, habilidades académicas, creatividad, talento artístico y liderazgo; además

es un instrumento con un alfa de Cronbach de 0.94 (de Cássia Nakano & da Silva Oliveira, 2019).

Dentro este punto también podemos señalar que se ha probado una relación directa entre la capacidad de resolución de problemas viso-espaciales y la velocidad de respuesta a dichos problemas. Es decir, que psicométricamente es posible identificar velocidad de respuesta entre problemas de trabajo complejos basados en las escalas (Item Response Theory) IRT que pueden incluir diversos estímulos (lectura, lenguaje, cálculo, intervalo de dígitos a la inversa, actualización de la memoria y memoria de trabajo espacial) (Vock & Holling, 2008).

Como se mencionaba los tiempos de respuesta de los adolescentes con altas capacidades son menores que de los individuos de no altas capacidades, esto puede ser evaluado mediante el test de redes de atención (ATN) que se enfoca en determinar el tiempo de evaluación en la elaboración de tres constructos atencionales. En el cual las personas con altas capacidades presentan menos errores que las de no altas capacidades, aunque la diferencia del tiempo sea o no significativa (Aubry & Bourdin, 2021).

Esto puede englobarse en un incremento de las capacidades metacognitivas que suelen ser más altas en personas con altas capacidades múltiples que aquellas de altas capacidades simples; lo cual es posible de evaluarse con instrumentos como el Inventario de Conciencia de Metacognición (MAI) (Sastre-Riba, 2011).

La prueba de la figura compleja del Rey es útil para evaluar la función espacial y memoria espacial. En esta prueba un individuo con altas capacidades es capaz de obtener altos puntajes en cuanto a la memoria espacial y si es aplicada en conjunto con una prueba de electroencefalograma es posible identificar mayor actividad en regiones prefrontal derecha, temporal, y occipital bilateral (Jin et al., 2007).

Como parte también de la resolución de problemas se presenta la toma de decisiones y la planeación, las cuales se pueden evaluar de manera simultánea con las funciones de la corteza frontal mediante el uso de la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE-2). Dicha batería se integra de varias subpruebas, como el juego de cartas, los laberintos, la torre de Hanói de 3 y 4 fichas; que permiten evaluar la toma de decisiones de riesgo, toma de decisiones puntuales, planeación secuencial y tiempo de planeación secuencial (Cervantes et al., 2019; Pereyra Rabanal, 2021).

La evaluación de las altas capacidades a nivel psicométrico puede ser más completas que sólo la aplicación de pruebas de inteligencia y coeficiente intelectual, es decir, es posible realizar una valoración de manera directa en funciones de toma de riesgos, planeación de secuencias, análisis visoespacial, memoria espacial, nivel de atención, metacognición, redes de atención, entre otras para conocer las habilidades y talentos completos de cada individuo con altas capacidades. Incluso este objetivo se ha visto reflejado en la evolución del WISC y WAIS. Esto con la intención de generar un perfil más integral, puesto con el tiempo se agregaran más y diversas características de las altas capacidades conforme aumenten las investigaciones.

V. DISCUSIÓN

Desde que el concepto de la sobredotación fue construido y aceptado como una característica de algunos individuos, se ha enfocado en lo concerniente al coeficiente intelectual como característica principal y muchas veces única del individuo. Empero como se abordó a lo largo del documento al estudiar a las personas con altas capacidades es posible encontrar características únicas y diferentes más allá de las denotadas clásicamente en relación con la inteligencia.

Adicional a la inteligencia, de manera típicamente se han construido arquetipos de las personas con altas capacidades e incluso se les ha asociado tradicionalmente con un alto desempeño y logros académicos. Sin embargo, los talentos requieren otros factores para su potenciación como son la personalidad y el apoyo ambiental para el desarrollo de las mismas (Gagné, 2004).

Con lo anterior nos referimos a la identificación directa de características propias como es la presencia de cambios de la corteza cerebral evaluados por resonancia magnética, metabolismo de la glucosa, expresión de genes con funciones hormonales e inmunológicas, comunicación neuronal e incluso respuesta inmunológica y hormonal sistémica.

Estos cambios generan diferentes configuraciones en cada individuo, que requieren un abordaje inicial más allá de la información proporcionada por un único instrumento, y sin dejar de lado el desarrollo social y emocional de las personas con altas capacidades

Además, que los estudios nos han mostrado que no existe un perfil psicológico de las altas capacidades como se había postulado por muchos años; por lo que el abordaje de las mismas personas tiene que ir en el desarrollo de sus talentos y habilidades cognitivas para bien de su vida, lo que implicaría que, en la evaluación o identificación de individuos con altas capacidades en etapa escolar, no sólo deban considerarse aquellos con un desarrollo académico sobresaliente o excepcional, sino también a aquellos que demuestren procesos divergentes, complejos o diversos respecto a sus pares en la resolución y abordaje de problemas.

También es importante considerar que, el tener variaciones de perfiles psicológicos, implica que no todas las personas con altas capacidades querrán ser personas de área académica como tradicionalmente se ha impulsado a las altas capacidades; esto es la libre elección del uso de las altas capacidades.

Es aquí donde se puede incluso postular la necesidad de conformar baterías complejas para el manejo y abordaje de la persona con altas capacidades. Incluyendo neurodesarrollo y maduración, evaluación de diversas habilidades y talentos, evaluación del ambiente familiar, estado emocional del individuo al momento de la valoración, entre otros.

La conformación de una batería no se da con el sentido de conformar un nuevo número de categorización o baremo absoluto; si no que se pueda caracterizar no solo la cantidad de talentos o capacidades cognitivas que se encuentran por arriba de sus pares, si no

que este permita identificar que otras características presenta como características de respuesta o seguridad en toma de decisiones, flexibilidad de pensamiento para aprovecharlas en por de su desarrollo. También esto podría ayudar que identificar una falta de desarrollo de habilidades pueda estimularse para que no se den lo que se ha reportado como asincronías de las altas capacidades. Dicho en un sentido de paralelismos y con sus debidas proporciones es que una batería compleja permita realizar un análisis tipo FODA para las personas de altas capacidades para describir cas situación específica del individuo y generar el apoyo requerido específico, similar también a lo que realizan en los Centros de Atención Múltiple de la SEP con cada individuo.

En otro tenor, se empieza a evidenciar que se requiere educación colectiva y social sobre las altas capacidades para acabar con el estigma de los perfiles de las personas con altas capacidades. También se ve la necesidad de un seguimiento familiar, ya que dependiendo de la concepción que tengan éstas sobre los individuos de altas capacidades verterán una mayor presión emocional, podrán condicionar al individuo a autoexigencias o diferentes características ambientales que conduzcan a patologías psicoemocionales.

Tampoco podemos dejar de mencionar que como se muestra en el presente manuscrito la mayoría de los estudios se ha realizado en población pediátrica y si bien en la actualidad existen ya estudios en adolescentes, pocos estudios se han realizado sobre altas capacidades en adultos; ya sea estudios de seguimiento o transversales que

incluyan desarrollo social, familiar e incluso variación en los talentos y habilidades mediante pruebas psicométricas y de valoración neurofisiológica y biológica.

Esto último también refleja un análisis más complejo y profundo en relación a la parte académica/profesional, esto es, si bien se ha demostrado que los niños con altas capacidades puedan tener una atención especial escolar e incluso presentar cursos acelerados académicos (Hoogeveen et al., 2012); cabe preguntar cuál es la situación del adulto de altas capacidades.

VI. CONCLUSIÓN

Las altas capacidades son una condición que sin lugar a dudas va más allá del simple concepto de inteligencia; aun cuando dicha capacidad es la máxima expresión o la más evidente. Pero en realidad es toda una serie de cambios y conformaciones biológicas y psicológicas que se traducen en formas y tipos de procesos mentales diversos; mismos que pueden expresarse o no en logros, ya que estos dependen de otros factores.

Aunque la falta de logros no involucra que con la edad existan pérdida de las altas capacidades (más allá del propio proceso degenerativo de la edad), ya que no podrían cambiar características propias biológicas innatas (genética, histología, producción hormonal); siendo eso una posible explicación del porque se encuentran personas con habilidades en oficios que superan a sus pares, más allá de las destrezas manuales o físicas del mismo.

La identificación simplista de emplear el coeficiente intelectual como única característica del individuo con altas capacidades es limitada; ya que si consideramos todas las características que se ilustran en el presente documento puede generar una configuración de características individuales que resulten particulares en cada individuo. Es decir, una mezcla de talentos y cada uno con diferente nivel de capacidad; teniendo entonces que las personas con altas capacidades son un grupo más bien heterogéneo y variopinto. De ahí que, las altas capacidades deben ser evaluadas de una manera integral y una visión más abierta que los resultados de un solo instrumento.

VII. REFERENCIAS

- Alexander, J. E., O'Boyle, M. W., & Benbow, C. P. (1996). Developmentally advanced EEG alpha power in gifted male and female adolescents. *Int J Psychophysiol*, 23(1-2), 25-31. [https://doi.org/10.1016/0167-8760\(96\)00031-1](https://doi.org/10.1016/0167-8760(96)00031-1)
- Algaba Mesa, A., & Fernández Marcos, T. (2021). Características socioemocionales en población infanto-juvenil con altas capacidades: Una revisión sistemática. *Revista de psicología y educación*.
- Anomal, R. F., Brandão, D. S., Porto, S. B., de Oliveira, S. S., de Souza, R. F. L., Fiel, J. d. S., . . . Pereira, A., Jr. (2020). The role of frontal and parietal cortex in the performance of gifted and average adolescents in a mental rotation task. *PloS one*, 15(5), e0232660-e0232660. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232660>
- APA. (2014). Guía de consulta de los Criterios Diagnósticos del DSM-5. In.
- Ardila, R. (2011). Inteligencia. ¿ Qué sabemos y qué nos falta por investigar? *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(134), 97-103.
- Aubry, A., & Bourdin, B. (2021). Alerting, orienting, and executive control in intellectually gifted children. *Brain and behavior*, 11(8), e02148-e02148. <https://doi.org/10.1002/brb3.2148>
- Barone, E., Cenini, G., Di Domenico, F., Noel, T., Wang, C., Perluigi, M., . . . Butterfield, D. A. (2015). Basal brain oxidative and nitrative stress levels are finely regulated by the interplay between superoxide dismutase 2 and p53. *J Neurosci Res*, 93(11), 1728-1739. <https://doi.org/10.1002/jnr.23627>

- Baudson, T. G. (2016). The Mad Genius Stereotype: Still Alive and Well. *Front Psychol*, 7, 368. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00368>
- Benharrath, K., Khaddoumi, B., Sayadi, M., Rix, H., Meste, O., Lebrun, J., . . . Magnie-Mauro, M. N. (2020, 2-5 Sept. 2020). Feature Optimization for Gifted Children Diagnosis. 2020 5th International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP),
- Bogolepova, I. N. (1994). [The cytoarchitectonic characteristics of the speech center of the brain in gifted people in the plan to study individual variability of human brain structure]. *Morfologija*, 106(4-6), 31-38. (Osobnosti tsitoarkhitektoniki rechedvigatel'nykh polej mozga odarenykh liudej v plane izuchenii individual'noĭ variabel'nosti stroeniia mozga cheloveka.)
- Bogolepova, I. N., & Malofeeva, L. I. (2004). Variability in the structure of field 39 of the lower parietal area of the cortex in the left and right hemispheres of adult human brains. *Neurosci Behav Physiol*, 34(4), 363-367.
<https://doi.org/10.1023/b:neab.0000018748.69218.76>
- Bowsher, R. R., & Henry, D. P. (2020). Purification, characterization and identification of rat brain cytosolic tyrosine transaminase as glutamine Transaminase-K. *Neurochem Int*, 133, 104653. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2019.104653>
- Braaten, E. B., & Norman, D. (2006). Intelligence (IQ) Testing. *Pediatrics In Review*, 27(11), 403-408. <https://doi.org/10.1542/pir.27-11-403> %J Pediatrics In Review
- Celec, P., Tretinárová, D., Minárik, G., Ficek, A., Szemes, T., Lakatošová, S., . . . Ostatníková, D. (2013). Genetic polymorphisms related to testosterone

metabolism in intellectually gifted boys. *PloS one*, 8(1), e54751.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054751>

Cervantes, C. J. R., Sierra, M. d. I. D. V., Verche, E., Avelar, R. S., & Betanzos, F. G. (2019). Alta Capacidad Intelectual, Planeación y Toma de Decisión A. *Revista talento, inteligencia y creatividad*, 5(10).

Chidambaram, S., Velloso, F. J., Rothbard, D. E., Deshpande, K., Cajuste, Y., Snyder, K. M., . . . Wood, T. L. (2022). Subventricular zone adult mouse neural stem cells require insulin receptor for self-renewal. *Stem Cell Reports*.

<https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2022.04.007>

Covarrubias Pizarro, P. (2018). Del concepto de aptitudes sobresalientes al de altas capacidades y el talento. *Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 9(17), 53-67.

Cunningham, M. A., Wirth, J. R., Freeman, L. R., Boger, H. A., Granholm, A. C., & Gilkeson, G. S. (2014). Estrogen receptor alpha deficiency protects against development of cognitive impairment in murine lupus. *J Neuroinflammation*, 11, 171. <https://doi.org/10.1186/s12974-014-0171-x>

de Cássia Nakano, T., & da Silva Oliveira, K. (2019). Triagem de indicadores de altas habilidades/superdotação: estrutura fatorial. *Avaliação Psicológica: Interamerican Journal of Psychological Assessment*, 18(4), 448-456.

Duan, X., & Shi, J. (2014). Attentional switching in intellectually gifted and average children: effects on performance and ERP. *Psychol Rep*, 114(2), 597-607.

<https://doi.org/10.2466/04.10.PR0.114k21w8>

- Durdiaková, J., Lakatošová, S., Kubranská, A., Laznibatová, J., Ficek, A., Ostatníková, D., & Celec, P. (2013). Mental rotation in intellectually gifted boys is affected by the androgen receptor CAG repeat polymorphism. *Neuropsychologia*, 51(9), 1693-1698. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.05.016>
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High ability studies*, 15(2), 119-147.
- García-Bulle, S. (2019). Las pruebas de inteligencia y su vigencia en el siglo XXI. *Observatorio TEC*. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/las-pruebas-de-inteligencia-y-su-vigencia-en-el-siglo-xxi>
- Gardner, H. E. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic books.
- Gilger, J. W., Bayda, M., Olulade, O. A., Altman, M. N., & O'Boyle, M. (2017). Preliminary Report on Neuroanatomical Differences Among Reading Disabled, Nonverbally Gifted, and Gifted-Reading Disabled College Students. *Dev Neuropsychol*, 42(1), 25-38. <https://doi.org/10.1080/87565641.2016.1256402>
- Haier, R. J., Siegel, B., Tang, C., Abel, L., & Buchsbaum, M. S. (1992). Intelligence and changes in regional cerebral glucose metabolic rate following learning. *Intelligence*, 16(3-4), 415-426.
- Halpern, D. F., & Tan, U. (2001). Stereotypes and steroids: Using a psychobiosocial model to understand cognitive sex differences. *Brain cognition*, 45(3), 392-414.
- Henderson, V. W. (2010). Chapter 17: cognitive assessment in neurology. *Handb Clin Neurol*, 95, 235-256. [https://doi.org/10.1016/s0072-9752\(08\)02117-9](https://doi.org/10.1016/s0072-9752(08)02117-9)

- Hoogeveen, L., van Hell, J. G., & Verhoeven, L. (2012). Social-emotional characteristics of gifted accelerated and non-accelerated students in the Netherlands. *The British journal of educational psychology*, 82(Pt 4), 585-605.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02047.x>
- Hu, Y., Geng, F., Tao, L., Hu, N., Du, F., Fu, K., & Chen, F. (2011). Enhanced white matter tracts integrity in children with abacus training. *Human brain mapping*, 32(1), 10-21.
- Izuo, N., Nojiri, H., Uchiyama, S., Noda, Y., Kawakami, S., Kojima, S., . . . Shimizu, T. (2015). Brain-Specific Superoxide Dismutase 2 Deficiency Causes Perinatal Death with Spongiform Encephalopathy in Mice. *Oxid Med Cell Longev*, 2015, 238914. <https://doi.org/10.1155/2015/238914>
- Jaušovec, N. (1996). Differences in EEG alpha activity related to giftedness. *Intelligence*, 23(3), 159-173. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(96\)90001-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0160-2896(96)90001-X)
- Jaušovec, N. (2000). Differences in Cognitive Processes Between Gifted, Intelligent, Creative, and Average Individuals While Solving Complex Problems: An EEG Study. *Intelligence*, 28(3), 213-237. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(00\)00037-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0160-2896(00)00037-4)
- Jin, S. H., Kim, S. Y., Park, K. H., & Lee, K. J. (2007). Differences in EEG between gifted and average students: neural complexity and functional cluster analysis. *Int J Neurosci*, 117(8), 1167-1184. <https://doi.org/10.1080/00207450600934655>
- Jin, S. H., Kwon, Y. J., Jeong, J. S., Kwon, S. W., & Shin, D. H. (2006). Differences in brain information transmission between gifted and normal children during

scientific hypothesis generation. *Brain Cogn*, 62(3), 191-197.

<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.05.001>

Kathuria, A., Lopez-Lengowski, K., Roffman, J. L., & Karmacharya, R. (2022). Distinct effects of interleukin-6 and interferon- γ on differentiating human cortical neurons.

Brain Behav Immun, 103, 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2022.04.007>

Kurtz, B. E., & Weinert, F. E. (1989). Metamemory, memory performance, and causal attributions in gifted and average children. *J Exp Child Psychol*, 48(1), 45-61.

[https://doi.org/10.1016/0022-0965\(89\)90040-4](https://doi.org/10.1016/0022-0965(89)90040-4)

Levinson, E. M., & Folino, L. (1994). Correlations of scores on the Gifted Evaluation Scale with those on WISC-III and Kaufman Brief Intelligence Test for students referred for Gifted Evaluation. *Psychol Rep*, 74(2), 419-424.

<https://doi.org/10.2466/pr0.1994.74.2.419>

Likhanov, M. V., Tsigeman, E. S., Papageorgiou, K. A., Akmalov, A. F., Sabitov, I. A., & Kovas, Y. V. (2021). Ordinary extraordinary: Elusive group differences in personality and psychological difficulties between STEM-gifted adolescents and their peers. *The British journal of educational psychology*, 91(1), 78-100.

<https://doi.org/10.1111/bjep.12349>

Littman, R. A. (2004). Mental tests and fossils. *J Hist Behav Sci*, 40(4), 423-431.

<https://doi.org/10.1002/jhbs.20044>

Lykken, D. (1998). The genetics of genius. In *Genius and the Mind: Studies of Creativity and Temperament in the Historical Record*. Oxford University Press.

- Mandelman, S. D., Tan, M., Aljughaiman, A. M., & Grigorenko, E. L. (2010). Intellectual giftedness: Economic, political, cultural, and psychological considerations. *Learning Individual Differences, 20*(4), 287-297.
- Manzano, A., & Freijo, E. B. A. (2008). Contexto familiar, superdotación, talento y altas capacidades. *Anuario de psicología/The UB Journal of psychology, 289-309*.
- Martin, F., Delpont, E., Suisse, G., Richelme, C., & Dolisi, C. (1993). Long latency event-related potentials (P300) in gifted children. *Brain Dev, 15*(3), 173-177. [https://doi.org/10.1016/0387-7604\(93\)90061-c](https://doi.org/10.1016/0387-7604(93)90061-c)
- Martin, F., Delpont, E., Suisse, G., Richelme, C., & Dolisi, C. (1993). Long latency event-related potentials (P300) in gifted children. *Brain and Development, 15*(3), 173-177. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0387-7604\(93\)90061-C](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0387-7604(93)90061-C)
- Martin, L. T., Burns, R. M., & Schonlau, M. (2010). Mental disorders among gifted and nongifted youth: A selected review of the epidemiologic literature. *Gifted Child Quarterly, 54*(1), 31-41.
- McDonagh Hull, P., Lashewicz, B. M., & Fritzler, M. J. (2021). High intelligence may exacerbate paediatric inflammatory response to SARS-CoV-2 infection. *Medical hypotheses, 155*, 110677-110677. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2021.110677>
- Merlo Pich, E., Cavalleri, L., Toma, C., & Collo, G. (2022). Involvement of DA D3 Receptors in Structural Neuroplasticity of Selected Limbic Brain Circuits: Possible Role in Treatment-Resistant Depression. *Curr Top Behav Neurosci*. https://doi.org/10.1007/7854_2022_348

- Morawska, A., & Sanders, M. R. (2008). Parenting gifted and talented children: what are the key child behaviour and parenting issues? *Aust N Z J Psychiatry*, 42(9), 819-827. <https://doi.org/10.1080/00048670802277271>
- Mrazik, M., & Dombrowski, S. C. (2010). The Neurobiological Foundations of Giftedness. *Roeper Review*, 32(4), 224-234. <https://doi.org/10.1080/02783193.2010.508154>
- NAGC. Definition and Rationale for Gifted Education. In.
- Nalvarte, I., Varshney, M., Inzunza, J., & Gustafsson, J. (2021). Estrogen receptor beta and neural development. *Vitam Horm*, 116, 313-326. <https://doi.org/10.1016/bs.vh.2021.02.007>
- Navas-Sánchez, F. J., Alemán-Gómez, Y., Sánchez-Gonzalez, J., Guzmán-De-Villoria, J. A., Franco, C., Robles, O., . . . Desco, M. (2014). White matter microstructure correlates of mathematical giftedness and intelligence quotient. *Human brain mapping*, 35(6), 2619-2631. <https://doi.org/10.1002/hbm.22355>
- NIH. (2022). MeSH. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/>
- Nowicka, A., Grabowska, A., & Fersten, E. (1996). Interhemispheric transmission of information and functional asymmetry of the human brain. *Neuropsychologia*, 34(2), 147-151.
- O'Boyle, M. W., Cunnington, R., Silk, T. J., Vaughan, D., Jackson, G., Syngeniotis, A., & Egan, G. F. (2005). Mathematically gifted male adolescents activate a unique brain network during mental rotation. *Brain Res Cogn Brain Res*, 25(2), 583-587. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.08.004>

- Olszewski-Kubilius, P., Subotnik, R. F., & Worrell, F. C. (2015). *Re-pensando las altas capacidades: una aproximación evolutiva: Rethinking Giftedness: A Developmental Approach*. Ministerio de Educación.
- Ostatnikova, D., Celec, P., Putz, Z., Hodosy, J., Schmidt, F., Laznibatova, J., & Kudela, M. (2007). Intelligence and salivary testosterone levels in prepubertal children. *Neuropsychologia*, *45*(7), 1378-1385.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.10.018>
- Peña del Agua, A. M., & Sordiaz Gutiérrez, M. L. (2002). La superdotación y el género. *Aula Abierta*.
- Pereyra Rabanal, A. (2021). Rendimiento intelectual y desempeño ejecutivo en adultos con altas capacidades de Lima Metropolitana.
- Pérez-Aguero, M. C.-Z., IM. (2020). Utilización de las pruebas psicológicas en México. Un análisis exploratorio. *Revista de Iniciación Temprana en Ciencia y Tecnología Preludio*, *1*(1).
- Plomin, R., & Haworth, C. M. (2009). Genetics of high cognitive abilities. *Behav Genet*, *39*(4), 347-349. <https://doi.org/10.1007/s10519-009-9277-9>
- Plomin, R., McClearn, G. E., Smith, D. L., Vignetti, S., Chorney, M. J., Chorney, K., . . . et al. (1994). DNA markers associated with high versus low IQ: the IQ Quantitative Trait Loci (QTL) Project. *Behav Genet*, *24*(2), 107-118.
<https://doi.org/10.1007/bf01067815>
- Plomin, R., Owen, M. J., & McGuffin, P. (1994). The genetic basis of complex human behaviors. *Science*, *264*(5166), 1733-1739.
<https://doi.org/10.1126/science.8209254>

- Prescott, J., Gavrilesco, M., Cunnington, R., O'Boyle, M. W., & Egan, G. F. (2010). Enhanced brain connectivity in math-gifted adolescents: An fMRI study using mental rotation. *Cogn Neurosci*, 1(4), 277-288. <https://doi.org/10.1080/17588928.2010.506951>
- Profesional, M. d. E. y. F. (2022). *Talento y Altas Capacidades*. <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/neurociencia-educativa/plan/ejes/talento-aacc.html>
- Profesional, M. d. E. y. F. (2022). *Talento y Altas Capacidades*. <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/neurociencia-educativa/plan/ejes/talento-aacc.html>
- Rowe, E. W., Miller, C., Ebenstein, L. A., & Thompson, D. F. (2012). Cognitive predictors of reading and math achievement among gifted referrals. *School Psychology Quarterly*, 27(3), 144-153. <https://doi.org/10.1037/a0029941>
- Samoilov, M. O., Rybnikova, E. A., Tjulkova, E. I., Spyrou, G., & Pelto-Huikko, M. (2002). The mitochondrial antioxidants thioredoxin-2 and Mn-superoxide dismutase are involved in the mechanisms of brain hypoxic tolerance. *Dokl Biol Sci*, 387, 498-500. <https://doi.org/10.1023/a:1021764818979>
- Sastre-Riba, S. (2011). Funcionamiento metacognitivo en niños con altas capacidades. *Rev Neurol*, 52(Supl 1), S11-18.
- Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., McGraw, K., & Groll, S. (1984). Current status of the neuromaturational examination as an index of learning disability. *J Pediatr*, 104(6), 819-825. [https://doi.org/10.1016/s0022-3476\(84\)80474-6](https://doi.org/10.1016/s0022-3476(84)80474-6)

- Sifuentes-Becerril, D. L., Castillo-Chávez, L. M., & Hernández-Cortés, P. (2018). Does giftedness deserve clinical attention?
- Solé-Casals, J., Serra-Grabulosa, J. M., Romero-García, R., Vilaseca, G., Adan, A., Vilaró, N., . . . Bullmore, E. T. (2019). Structural brain network of gifted children has a more integrated and versatile topology. *Brain Struct Funct*, *224*(7), 2373-2383. <https://doi.org/10.1007/s00429-019-01914-9>
- Sun, L., Wang, X., Wang, X., Cui, X., Li, G., Wang, L., . . . Yu, L. (2022). Genome-wide DNA methylation profiles of autism spectrum disorder. *Psychiatr Genet*. <https://doi.org/10.1097/ypg.0000000000000314>
- Tarrida, A. C., & de Batlle Estapé, C. (1998). Aspectos teóricos e instrumentales en la identificación del alumno superdotado y talentoso: propuesta de un protocolo. *Faisca: revista de altas capacidades*(6), 26-66.
- Tejera, J. P., del Rosal, Á. B., & Naveiras, E. R. (2017). Conocimientos y mitos sobre altas capacidades. *Talincrea: Revista Talento, Inteligencia y Creatividad*, *4*(1), 40-51.
- Terriot, K. (2018). De la définition théorique du haut potentiel intellectuel (HPI) aux conséquences pratiques.
- Tibken, C., Richter, T., von der Linden, N., Schmiedeler, S., & Schneider, W. (2022). The role of metacognitive competences in the development of school achievement among gifted adolescents. *Child Dev*, *93*(1), 117-133. <https://doi.org/10.1111/cdev.13640>
- Tourón, J. (2004). De la superdotación al talento: evolución de un paradigma.

- Vock, M., & Holling, H. (2008). The measurement of visuo–spatial and verbal–numerical working memory: Development of IRT-based scales. *Intelligence*, 36(2), 161-182. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.intell.2007.02.004>
- Wang, G., Zhou, W., Kong, D., Qu, Z., Ba, M., Hao, J., . . . Wang, Y. (2022). Studying APOE ϵ 4 Allele Dose Effects with a Univariate Morphometry Biomarker. *J Alzheimers Dis*, 85(3), 1233-1250. <https://doi.org/10.3233/jad-215149>
- Wei, M., Wang, Q., Jiang, X., Guo, Y., Fan, H., Wang, H., & Lu, X. (2020). Directed Connectivity Analysis of the Brain Network in Mathematically Gifted Adolescents. *Comput Intell Neurosci*, 2020, 4209321. <https://doi.org/10.1155/2020/4209321>
- WHO. (2019). *CIE-11*.
- Zhang, L., Gan, J. Q., Zhu, Y., Wang, J., & Wang, H. (2020). EEG source-space synchronostate transitions and Markov modeling in the math-gifted brain during a long-chain reasoning task. *Human brain mapping*, 41(13), 3620-3636. <https://doi.org/10.1002/hbm.25035>
- Zhou, Y., Gu, B., Brichant, G., Singh, J. P., Yang, H., Chang, H., . . . Taylor, H. S. (2022). The steroid hormone estriol (E(3)) regulates epigenetic programming of fetal mouse brain and reproductive tract. *BMC Biol*, 20(1), 93. <https://doi.org/10.1186/s12915-022-01293-4>
- Zhu J, E. R., Coalson D. (2007). *The What, When, and How of the Wechsler General Ability Index*