

La psicobiología de la motivación en el desarrollo de las altas capacidades intelectuales. Revisión bibliográfica

Psychobiology of motivation in the development of giftedness. Bibliographical review

M.Isabel Gómez-León

Citar como: Gómez-León, M.I (2020). La psicobiología de la motivación en el desarrollo de las altas capacidades intelectuales. Revisión bibliográfica. *Psiquiatría biológica*. 27(2), 47-53.
<https://doi.org/10.1016/j.psiq.2020.01.003>

Resumen

En la actualidad se defiende la interacción entre la cognición, la emoción y la motivación en el desarrollo de la alta capacidad (AC) intelectual, sin embargo, pocos son los estudios que describen los niveles de función corticales y subcorticales superpuestos para explicar su manifestación. Esta revisión pretende integrar los mecanismos neurobiológicos que facilitan la motivación y la práctica en los niños con AC durante las primeras fases de su aprendizaje. La alta sensibilidad al entorno parece estar relacionada con unas neuronas piramidales y espinosas más rápidas y eficientes, la detección y la búsqueda de la novedad con la actividad de los sistemas neuromoduladores dopaminérgicos, noradrenérgicos y glutamatérgicos en el hipocampo y el sistema mesolímbico, la mayor predisposición al desafío con un mayor número de conexiones en la corteza cingulada anterior, la motivación intrínseca y la perseverancia con la maduración precoz y la mayor plasticidad de las vías frontoparietales, frontoestriales y mesolímbicas.

Palabras clave: altas capacidades; motivación; desarrollo; psicobiología; dopamina

Abstract

The interaction between cognition, emotion and motivation in giftedness development is currently advocated, however, few studies describe the levels of cortical and subcortical functions superimposed to explain their manifestation. This review aims to integrate neurobiological mechanisms that facilitate motivation and practice in giftedness children during the early stages of their learning. High sensitivity to the environment seems to be related to faster and more efficient pyramidal and spiny neurons, detection and search for novelty with the activity of the dopaminergic and noradrenergic neuromodulator systems in the hippocampus and the mesolimbic system, the greater predisposition to the challenge with a greater number of

connections in the anterior cingulate cortex, the intrinsic motivation and the perseverance with the early maturation and greater plasticity of the frontoparietal, frontostriatal and mesolimbic net.

Keywords: giftedness; motivation; development; psychobiology; dopamine

Introducción

La alta capacidad intelectual puede ser definida como un potencial excepcional de eficiencia cognitiva con base neurobiológica cuya manifestación es un proceso continuo de adquisición, perfeccionamiento y consolidación de las habilidades necesarias para alcanzar la eminencia en, al menos, un aspecto de la vida^{1, 2}. Cuando se estudia cómo afectan variables como la autopercepción académica, las actitudes hacia la escuela y los maestros, la motivación y la autorregulación y la valoración de objetivos entre estudiantes con AC con alto rendimiento y aquellos con bajo rendimiento se encuentra que la motivación y la autorregulación son las variables que más difieren³. Por lo que una explicación exhaustiva de la alta capacidad debería poder explicar no solo el desempeño más alto, sino también la alta motivación para practicar.

Cada vez son más los expertos que defienden una evaluación multidimensional en la que se tengan en cuenta tanto los perfiles de competencias intelectuales convergentes (lógicos-deductivos), obtenidos generalmente a través de los tests de cociente intelectual (CI), como aquellos que manifiesten competencias divergentes (creativas), obtenidos mediante pruebas como el test de Torrance⁴.

Sin embargo, cuando se comparan con sus iguales de inteligencia promedio, se observa que los niños con AC, independientemente de su perfil, manifiestan características diferenciales desde edades muy tempranas del desarrollo^{5, 6}. En general, muestran una mayor interacción con el entorno, presentan más conductas exploratorias y parecen estar intrínsecamente auto-motivados por la búsqueda de la novedad, cuando el dominio es de su interés la focalización de la atención y la persistencia en la tarea es superior, la facilidad y precocidad para la adquisición de nuevas habilidades les permite llegar a dominar sus áreas de intereses a una edad inferior a la media, requieren de una ayuda mínima durante el proceso de aprendizaje, a menudo parecen enseñarse a sí mismos y comparten un mayor grado de pensamiento abstracto, lógico y divergente.

La literatura actual sobre los sistemas neuronales y circuitos que subyacen a esta mayor eficiencia cognitiva, y sobre cómo la búsqueda de novedades, la motivación y la perseverancia podrían afectar su desarrollo es escasa. Aunque la mayoría de las teorías recientes sobre el desarrollo han enfatizado el papel de las interacciones entre regiones cerebrales distribuidas en el desarrollo de la inteligencia^{5,7,8,9, 10} los estudios sobre las altas capacidades (AC) son en su mayoría corticocéntricos^{11,12,13,14,15} careciendo de un marco neuroanatómico integrador que considere suficientemente los niveles de

función corticales y subcorticales superpuestos. Otros se centran en regiones y funciones muy específicas careciendo de una visión holística o global dentro de un contexto evolutivo real^{16,17,18,19,20}.

El objetivo de esta revisión es integrar y describir los diferentes mecanismos neurobiológicos y neuromoduladores que subyacen a la motivación como impulsores para el alto rendimiento intelectual durante las primeras fases del desarrollo relacionadas con la sensibilidad, la detección y búsqueda de novedades, la predisposición a los desafíos, y la persistencia en la tarea.

Método

El presente artículo es una revisión bibliográfica donde la búsqueda automatizada de la bibliografía se realizó a través de las bases de datos Pubmed, Scopus y Google Scholar. Principalmente se utilizaron las palabras clave “gifted”, “children”, “intelligence”, “brain”, “motivation”, “dopamine”, “subcortical” y “developmental” sin restricción idiomática. Los términos se agruparon realizando diferentes combinaciones de dos o tres términos unidos por el booleano “and” donde siempre aparecía “gifted”, excepto el caso en el que se utilizó el término “intelligence” que fue asociado con “dopamine”, “subcortical”, “developmental and subcortical” y “developmental and dopamine”. Se utilizó una búsqueda avanzada donde las palabras aparecieran en el título del trabajo. En una primera fase fueron excluidos aquellos artículos que no cumplieran con los objetivos de este trabajo en el resumen. Tras el análisis en profundidad de los artículos restantes fueron excluidos aquellos que no aportaran ningún tipo de explicación psicobiológica o aquellos centrados exclusivamente en talentos específicos, áreas corticales, procesos cognitivos superiores y sujetos adultos. Se realizaron búsquedas indirectas a través de las citas y referencias de los trabajos consultados en función de la relevancia o novedad de los datos extraídos.

Resultados

Fueron seleccionados 42 artículos, de los cuales 11 trataban sobre estructuras subcorticales, 5 sobre la relación de la dopamina y la noradrenalina en la motivación, 3 sobre asociaciones genéticas con el rendimiento cognitivo en estructuras subcorticales, 3 sobre modificaciones estructurales y funcionales asociadas con la inteligencia en neuronas de regiones corticales y subcorticales y 2 sobre la conectividad de redes corticales y subcorticales durante tareas relacionadas con actividades motivacionales. El resto de los artículos aportaron información de los procesos cognitivos y conductuales que acompañan a las modificaciones neurogliales durante el desarrollo y que posibilitan un alto nivel de motivación en el aprendizaje.

A continuación, se expone en una tabla los artículos de los trabajos empíricos incluidos donde se detalla el autor, año, número de sujetos, edad, criterio utilizado para el

diagnóstico de la AC, tipo de diseño (longitudinal o transversal) y comparación, o no, con un grupo control (Tabla 1).

Tabla 1: Estudios empíricos incluidos con sujetos de AC

<i>Autor</i>	<i>Año</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Edad</i>	<i>Criterio AC</i>	<i>Tipo de Estudio</i>	<i>Grupo control</i>
Sastre-Riba et al. ¹	2019	n= 137	12-16 años	CI Creatividad	Transversal	No
McCoach et al. ³	2003	n= 178	14-18 años	CI	Transversal	Sí
Sastre-Riba et al. ⁴	2017	58	8-14 años	Aptitudes Creatividad	Longitudinal	No
Gere et al. ²¹	2009	n= 80	6-11 años	CI	Transversal	Sí
Liu et al. ²²	2011	n=15	8-10 años	CI Creatividad Motivación	Transversal	Sí
Zhang et al. ⁷	2006	n=15	11-12 años	CI Rendimiento académico	Transversal	Sí
Silva et al. ⁹	2017	n=15	10-63 años	Anamnesis	Longitudinal	No
Savage et al. ²³	2018	n= 269867	5-96 años	CI	Transversal	No
Liu et al. ⁸	2007	n=15	11-12 años	CI Rendimiento académico	Transversal	Sí
Coleman et al. ²⁴	2019	n= 1247	6-18 años	CI	Transversal	Sí
Berger et al. ²⁸	2006	n= 5	6-9 meses	Cociente de Desarrollo (CD)	Transversal	No
Cuevas et al. ¹¹	2014	n= 201	5-48 meses	Funciones ejecutivas	Longitudinal	No
Saricam et al. ¹³	2015	n= 154	13-14 años	CI	Transversal	No
Thompson et al. ¹⁴	1991	n= 113	5-36 meses	CD	Longitudinal	No
Burešová et al. ¹⁶	2015	n= 6	5-7 años	CI Creatividad	Transversal	Sí

Alnæs et al. ³⁶	et	2018	n= 729	8-22 años	Aptitudes Cognitivas	Longitudinal	No
Peyre al. ¹⁷	et	2017	n= 1100	4-24 meses	CI Desarrollo Psicomotor	Longitudinal	No
Kaminski et al. ³²		2018	n= 1475	Adolescentes	CI	Transversal	No
Steiner al. ³⁷	et	2006	n= 50	7 años	CI Creatividad Motivación	Transversal	Sí
Shi et al. ⁴⁰		2013	n= 24	10 años	CI	Transversal	Sí
Chung al. ⁴²	et	2011	n= 22	13-15 años	CI Creatividad	Transversal	Sí
Gjedde al. ³⁴	et	2010	n=18	Adultos	CI	Transversal	No

Son más sensibles

Existe evidencia de que los niños con AC son más sensibles a los estímulos físicos que los niños con inteligencia promedio, pudiendo tener grandes implicaciones en la manera única en la que estos niños interpretan y responden a su entorno²².

Los datos longitudinales evidencian un patrón conductual específico en las adquisiciones de los procesos perceptivos básicos entre los niños recién nacidos con AC. Éstos suelen mostrar una respuesta rápida a la mirada, la búsqueda de los ojos es buena precozmente, 90 ° a cada lado, y alcanzan la búsqueda continua tanto con los ojos como con la cabeza desde los primeros días postnatales. Esta movilidad exploratoria proporciona un estado de alerta característico acompañado de una mayor sensibilidad perceptiva en las diferentes modalidades sensoriales⁵. Estos niños alcanzan los umbrales máximos de la inteligencia sensorial-motora como promedio dos meses antes que los niños sin AC y se desempeñan particularmente bien en actividades visuoespaciales perceptivas²².

Los hallazgos indican la existencia de una manera biológicamente diferente de respuesta a los estímulos en los niños con AC, con respuestas más cortas a la hora de interpretar las sensaciones o estímulos que perciben, que además les aportan una mayor cantidad de información, y que a su vez procesan en un menor tiempo de respuesta²³. Los estudios realizados con potenciales evocados apoyan esta mayor sensibilidad mostrando que los niños con AC presentan una respuesta más rápida, intensa y duradera, con mayores amplitudes y menores latencias en la onda P300 tanto ante estímulos visuales⁷, como auditivos⁸. Estas diferencias se explican por una red neural más coordinada espacial y temporalmente, una velocidad de procesamiento neural más rápida y funciones de activación neural más eficientes.

Los estudios de neuroimagen sugieren que esta mejora en los procesos sensoriales y perceptivos durante el desarrollo puede ser el resultado de un ajuste fino de la organización estructural y funcional del cerebro en respuesta al medio⁹. Hallazgos recientes han encontrado un enriquecimiento significativo de genes asociados con la inteligencia en las neuronas piramidales de las regiones somatosensoriales corticales^{24,25}. Estos genes están implicados en el desarrollo y la plasticidad del sistema nervioso, incrementando el número y la magnitud de modificaciones morfológicas y funcionales en respuesta a la estimulación sensorial, como el aumento de neuronas que comienzan a responder a los estímulos físicos, la amplificación de la rama dendrítica, el aumento de la mielinización neuronal y la mejora de las conexiones y las sincronizaciones sinápticas²⁶. Estas modificaciones conducen a un mayor tamaño y una mayor complejidad dendrítica no solo en las células piramidales hipocámpales y corticales, sino también en las estriadas medianas, dopaminérgicas de la sustancia negra y granulares de la circunvolución dentada, lo que favorece que requieran de un nivel de densidad de canales de Na⁺ muy bajo para la propagación efectiva en las dendritas distales²⁶. Por lo que la geometría dendrítica característica de los niños con AC debe desempeñar un papel importante en la sensibilidad de las neuronas individuales a la entrada sináptica, reduciendo sustancialmente el umbral para el inicio de los potenciales de acción dendríticos²⁷.

Concluyendo, los genes para la inteligencia dan lugar a neuronas con dendritas más grandes y complejas que las hacen especialmente rápidas y plásticas incrementando el grosor cortical en áreas del cerebro especializadas en integrar diferentes tipos de información, lo que cognitivamente podría traducirse en respuestas más rápidas y elaboradas²⁸.

Son más eficaces detectando las novedades

Se ha documentado que los niños con AC no sólo son más sensibles al entorno y responden antes a los estímulos visuales y auditivos, sino que también se habitúan más rápido a los estímulos repetidos, por lo que estos niños muestran una clara preferencia por estímulos nuevos o desconocidos desde los primeros días del desarrollo postnatal. Es más, existe una correlación negativa entre la habituación, medida por el tiempo de observación en recién nacidos, y las puntuaciones obtenidas en pruebas de inteligencia realizadas años posteriores¹⁰, esta correlación aumenta con la edad.

Los datos indican que el circuito cerebral básico involucrado en la detección de novedades ya es funcional desde antes del final del primer año de vida³⁰. Los bebés miran por más tiempo las presentaciones que difieren perceptualmente de lo que recuerdan haber visto, siendo un indicador de la detección de errores y del desarrollo de la red de atención ejecutiva. A los 7 meses la detección de errores es más rápida en los niños con AC, quienes no solo dedican menos tiempo a observar el conflicto, sino que también son más eficientes procesándolo²⁹. En general, codifican las características

globales, frente a la codificación de las características locales de los niños sin AC, tienen mejor memoria de reconocimiento visual y una mayor capacidad para desconectar y cambiar la atención visual. Esta diferencia indica que el circuito cerebral básico involucrado en la detección de errores, corteza cingulada anterior (CCA) y otras áreas del cerebro frontal, es funcional a una edad más temprana en los niños con AC que en los niños sin AC²¹ y ha sido considerada como una medida indirecta de la memoria y la atención¹¹.

La capacidad para almacenar y reconocer información tras una única experiencia en un entorno novedoso es crucial para adaptarse a un mundo en constante cambio. Se ha demostrado que la red hipocampal desempeña un papel fundamental en la codificación rápida e intensa de los estímulos novedosos y relevantes. El hipocampo recibe información neuromoduladora de múltiples áreas cerebrales que pueden regular la plasticidad sináptica. Entre ellos, un centro neuromodulador conocido es el locus coeruleus (LC)³⁰. Durante la codificación estimular la representación neural en la región CA3 del hipocampo está formada por entradas sensoriales, pero nuestro cerebro está preparado para responder a la novedad, ya que ésta puede implicar una recompensa o un estímulo amenazante, por lo que las nuevas experiencias inducen la liberación de DA, que es el neuromodulador más prominentemente implicado en la señalización de novedad, y NA³¹. La liberación de ambos neurotransmisores en la corteza y en el hipocampo modula la fuerza y la plasticidad sináptica favoreciendo la potenciación de la transmisión y, por lo tanto, la memoria a largo plazo. En un estado de vigilia tranquila, las neuronas LC disparan de forma tónica a una frecuencia relativamente baja. Sin embargo, cuando estas neuronas se exponen a la novedad estallan en un disparo fásico de frecuencias elevadas, desapareciendo cuando la novedad de la experiencia se desvanece. En la ruta para la síntesis de NA la DA se transporta a las vesículas donde la dopamina- β -hidroxilasa la convierte en NA. Es concebible que el disparo más intenso por ráfaga de los niños con AC pueda provocar un procesamiento inmaduro en las vesículas del terminal de las neuronas LC, lo que lleva como resultado la liberación de DA junto con NA³⁰. La NA, además, es un inductor de modificaciones epigenéticas que regula el control transcripcional de la plasticidad sináptica a largo plazo para controlar la resistencia del almacenamiento en la memoria³¹.

La arquitectura neuronal característica de los niños con AC también puede afectar la comunicación sináptica a través de determinados receptores necesarios para el aprendizaje contextual en un entorno novedoso, como los receptores NMDA de la región CA3 del hipocampo. Las neuronas piramidales de los sujetos con un alto CI pueden procesar un mayor número de picos dendríticos a través de los receptores NMDA de manera simultánea e independiente, lo que provoca un aumento en la rapidez de los potenciales de acción y en la capacidad de codificación de las neuronas²⁸.

Estos resultados indican que la neuromodulación del LC en sujetos con un alto CI produciría cambios dinámicos en la memoria a corto y a largo plazo a través de modificaciones en los patrones de disparo de las células y la formación de circuitos neuronales estables. Por lo que la respuesta rápida y eficaz que muestran los niños con AC en el reconocimiento y la detección de novedades puede ser debida tanto a una mayor eficacia sináptica de las regiones temporales mediales como a un incremento en la actividad del sistema dopaminérgico mesolímbico del cerebro. De acuerdo con esto, una alta capacidad de síntesis de dopamina en el estriado ventral se ha asociado con una mejora en la memoria de trabajo y mayores puntuaciones en el CI¹².

Por otra parte, la corteza prefrontal (CPF) recibe información contextual a través del hipocampo ventral y controla la recuperación de la memoria mediante proyecciones desde la CPF al hipocampo dorsal. Se ha hallado que las diferencias anatómicas de la CPF y del hipocampo encontradas en los sujetos con AC también correlacionan con la persistencia de la memoria ante estímulos novedosos³¹. Específicamente, el engrosamiento tanto de la CPF izquierda como parahipocampal está relacionado con la integración de experiencias novedosas en redes de conocimiento preexistentes, mientras que una CPF izquierda más gruesa está asociada con una mayor fluidez y una mayor creatividad. Por lo que la evidencia sugiere que la CPF es casi tan importante como el hipocampo para los procesos de codificación y recuperación de la memoria.

Los sistemas neuromoduladores del LC, con sus diversas proyecciones corticales, regulan el circuito del CPF, siendo cruciales para la codificación de la novedad, pero también se han implicado en otras funciones cognitivas como la atención y la emoción³¹. Esta modulación es importante porque permite tener una imagen compuesta de lo que está sucediendo en el entorno en un momento dado, y proporciona una base crucial para el aprendizaje y el comportamiento posterior, más complejos.

Son buscadores de novedades

Las puntuaciones de curiosidad y exploración de los niños con AC son más altas que las de sus compañeros no dotados, siendo el alto estado de alerta, el interés y la curiosidad algunos de sus rasgos más definitorios¹³. Estos niños son buscadores de la novedad, y además están continuamente descubriendo y desarrollando lo que es nuevo y diferente. La preferencia por la novedad durante el primer año de vida no solo predice el CI posterior, sino que también puede reflejar procesos cognitivos específicos¹⁴.

En general, los bebés y los niños pequeños tienen un conjunto básico de expectativas sobre el mundo. Cuando estas expectativas no coinciden con los datos observados surge un impulso para buscar y retener información nueva. Este impacto de sorpresa en el aprendizaje no es equipotente, está dirigido a la característica concreta que es relevante para la sorpresa¹⁵. Ha sido documentado que los niños con AC son más sensibles a los cambios del entorno, perciben un contexto más amplio, con un mayor número de elementos, y lo procesan de una manera más holística y con un mayor grado de

profundidad, además, su memoria es mayor, por lo que son especialmente hábiles en la detección de información incongruente¹¹. La violación de los conocimientos básicos incrementa las acciones exploratorias de los niños con AC, motivándolos a buscar la información relevante que pueda ayudar a explicar las incongruencias observadas, formulando y probando nuevas hipótesis acerca de los objetos y del mundo que les rodea¹⁵.

El deseo de un conocimiento más extenso de las cosas se manifiesta a través de la gran capacidad que tienen para trabajar con preguntas abiertas⁹. Los niños con AC son conscientes de relaciones más amplias y quieren aprender más de ellas, no se contentan con respuestas simples. Las preguntas en respuesta a un solo estímulo abarcan una mayor diversidad temática en comparación con los niños promedio, que prefieren atenerse a un solo aspecto (por ejemplo, la apariencia externa) del estímulo. Por lo que en su vocabulario se aprecia un mayor uso de formas interrogativas, fruto de su gran curiosidad¹⁶.

En un trabajo reciente, utilizando tomografía por emisión de positrones (PET), se ha encontrado que las puntuaciones en búsqueda de sensaciones muestran una relación de U invertida con la concentración de receptores dopaminérgicos en el estriado³⁴. Por lo que el impulso centrado en la novedad, la alta orientación hacia los objetivos, puede ser promovido por la actividad dopaminérgica mesolímbica que participa en el sistema de recompensa cerebral³⁵. La corteza orbitofrontal (COF), relacionada con las emociones, alcanzan la madurez estructural y funcional a una edad más temprana que otras regiones del CPF³⁶. La mayor conexión que muestran los niños con AC entre la COF y áreas asociadas con el procesamiento o la anticipación de las recompensas³⁷, como el estriado y la amígdala, permite una inusual sensibilidad emocional, especialmente a lo largo de la infancia, en amplios dominios generales y específicos del funcionamiento cognitivo. Hay que destacar que estos niños han sido descritos en numerosas ocasiones como extremadamente intensos en sus respuestas emocionales¹⁷. Esta inusual sensibilidad derivada de la activación del sistema de recompensa ventral no sólo puede favorecer el aprendizaje y la motivación intrínseca, sino también la búsqueda de sensaciones novedosas. Un posible mecanismo para el papel de la dopamina en el comportamiento enfocado en la búsqueda de recompensas es un modelo de inhibición envolvente. En este esquema, la dopamina facilitaría la actividad voluntaria, dirigida a objetivos e inhibiría los comportamientos competitivos.

La heredabilidad de la neurotransmisión dopaminérgica ya ha sido cuantificada y además se ha hallado que es modulada por el ambiente a través de mecanismos epigenéticos³³. La expresión del receptor D2 en el giro dentado está involucrada en la exploración, la plasticidad sináptica, la recompensa, el refuerzo y la rápida adquisición de la memoria y el aprendizaje³³. Se han hallado asociaciones significativas entre la modificación epigenética del Gen *DRD2*, la densidad de materia gris en el estriado, la

activación funcional de éste provocada por señales de predicción de recompensa y la capacidad cognitiva³³. De acuerdo con estos resultados el rendimiento cognitivo de los niños con AC podría estar determinado por las condiciones ambientales que favorecen la expresión genética de los receptores D2 en las neuronas estriadas, provocando tanto una maduración precoz de las vías fronto-estriadas¹⁸ como una mayor predicción de las recompensas³³.

Por otra parte, el papel de la dopamina en la búsqueda de sensaciones y novedades también ha sido asociado en numerosas ocasiones al gen D4R que codifica el receptor dopaminérgico D4¹⁸. El gen D4R desempeña un papel en la modulación de las respuestas de aproximación-evitación en general y la exploración relacionada con la novedad en particular. Estos genes están densamente localizados en células piramidales glutamatérgicas de la corteza frontal que se proyectan al estriado dorsal y la sustancia negra. Por lo tanto, los D4Rs corticales frontales pueden alterar la actividad de las neuronas de dopamina nigroestriatal mediante la modulación de la liberación de glutamato en estas neuronas. Además, es probable que los D4R en la corteza frontal estén bajo la influencia sustancial tanto de los aportes noradrenérgicos como de los dopaminérgicos. Desde una perspectiva evolutiva algunos autores han concluido que las variantes de dicho gen asociadas a la búsqueda de novedades surgen en tiempos duros, caracterizados por la escasez de recursos y por cambios muy rápidos en el estilo de vida¹⁰, donde se requieren cerebros creativos y eficaces dispuestos al desafío.

Asumen los retos como un desafío

Los niños con altas capacidades desean el cambio y la estimulación más que las tareas fáciles y conocidas³⁸, han sido descritos frecuentemente como niños con un autoconcepto positivo, que se manejan de forma independiente, con un aprendizaje autónomo y una mayor predisposición a asumir tareas difíciles y complicadas¹⁷.

Entre los procesos internos que sirven para activar, guiar y mantener la conducta durante el aprendizaje se pueden enumerar diferentes variables, tales como la autopercepción de eficacia, la atribución de control interno de las contingencias ambientales y la orientación hacia recompensas internas o externas.

La corteza prefrontal dorso lateral (CPF DL) y la CCA juegan un papel muy importante en esta predisposición a ver las tareas difíciles como un reto y en la persistencia en la resolución de problemas¹⁹. La CPF DL está involucrada en la memoria de trabajo y en la planificación. La CCA está implicada en la evaluación y detección de conflictos y en la decisión de la puesta en práctica, o no, de planes de acción para resolverlos. Esta área está especializada en detectar tanto la reducción en la recompensa como el aumento en el umbral de esfuerzo a través de un mecanismo de estimación coste-beneficio que subyace a la selección de una estrategia o acción. Los niños con AC muestran una elevada capacidad metacognitiva desde la edad preescolar²⁰, a los 3 años utilizan la CCA para responder al conflicto en tareas desafiantes, lo que les permite planificar y

supervisar el problema en base a la experiencia anterior, mientras que los niños sin AC responden a los desafíos mientras ocurren, mostrando un número significativamente mayor de errores de perseveración y un menor uso de reglas flexibles. Esta capacidad metacognitiva en los niños con AC les permite valorar de una manera más ajustada sus posibilidades reales frente a las demandas de una tarea, las estrategias de las que disponen y las probabilidades de éxito/fracaso, y está asociada a la maduración precoz de las fibras de asociación prefrontales²⁸. Tanto el volumen de la materia gris izquierda de la COF como la de la CCA y la conectividad de la materia blanca entre la parte posterior izquierda de la COF y la CCA representan hasta el 50% de la varianza en la inteligencia general²⁸. Es importante destacar que las personas con AC, además, tienen grandes concentraciones de dopamina en la corteza cingulada y prefrontal y que esta mayor disponibilidad de dopamina y la dimensión temperamental de búsqueda de novedades asociada a la COF han sido asociadas al polimorfismo de un solo nucleótido Val 158 Met (rs4680) del gen COMT¹⁸.

Por lo tanto, la predisposición que muestran estos niños por tareas novedosas y desafiantes puede estar relacionada con la mayor eficacia resolutoria y el menor consumo energético que muestran desde edades tempranas en tareas complejas, creativas y novedosas¹. Lo que estaría relacionado con un tipo de perfeccionismo adaptativo movido por objetivos elevados, pero viables, y por la satisfacción y el orgullo de alcanzarlos¹.

Su motivación intrínseca en mayor

Las personas con AC han referido en numerosas ocasiones sentir una profunda alegría y emoción al descubrir o producir algo nuevo³⁸. Los nuevos descubrimientos pueden provocar en los niños con AC sentimientos momentáneos de placer, a bajo costo, que puede desembocar en rasgos perdurables como la curiosidad, la motivación y la persistencia.

La motivación intrínseca y la persistencia en los niños con AC está asociada a la maduración precoz de las redes frontoparietales, frontoestriales y mesolímbicas^{19,20}. La motivación y los procesos ejecutivos son las dos dimensiones esenciales que determinan las acciones dirigidas a un objetivo. Se cree que la CPF desempeña un papel central en ambas dimensiones a través de dos redes neuronales paralelas convergentes: una, que incluye la CPFDL y la otra que incluye la CPF ventromedial (CPFVM), asociada con la sensibilidad de la recompensa y la motivación. La CPFVM, así como el cuerpo estriado ventral, forman parte de una red límbica y paralímbica que es esencial para la adaptación del comportamiento en relación con la anticipación y la entrega de la recompensa²⁰. La importancia de las estructuras subcorticales se ve reforzada por el hallazgo de que el entrenamiento en tareas cognitivas novedosas, complejas y altamente motivantes alteran la conectividad en estado de reposo entre las áreas del cerebro subcorticales y corticales, incluidas las áreas estriadas, parietales y prefrontales.

La CPFVM puede producir estados motivacionales a través de dos vías: las conexiones con los núcleos accumbens, implicadas en un sesgo positivo durante la evaluación del problema y la amígdala que junto con el LC y el hipocampo participa en la regulación de la memoria ante estímulos novedosos³². Por lo que la contribución límbica es probable que sea principalmente dopaminérgica. Sin embargo, la actividad en las estructuras límbicas y paralímbicas disminuye cuando la demanda cognitiva aumenta. Una función esencial de la recompensa positiva es actuar como reforzador de la conducta en tareas simples^{18,20}, pero la misma recompensa podría inducir una señal emocional contraproducente durante el procesamiento de una tarea cognitiva más exigente al aumentar el nivel de ansiedad de desempeño asociado con la tarea. Por lo tanto, una función adaptativa para obtener mayor eficacia en las tareas es desactivar las vías límbicas y paralímbicas que pueden estar generando señales emocionales negativas (es decir, ansiedad, estrés, miedo al fracaso). Se ha informado que los niveles bajos a moderados tanto de DA como de NA mejoran la función de la CPF, mientras que las concentraciones altas, como sería en el caso de la resolución de tareas complejas, perjudican su función. Como tal, la NA y la DA muestran una relación de U invertida entre la actividad del LC y el rendimiento óptimo en las tareas de atención¹⁸. Cuando se enfrentan a tareas desafiantes los sujetos con AC hacen un mayor uso de los recursos neuronales automáticos de las regiones parietales y un menor uso de las regiones frontales, que exigen un mayor esfuerzo cognitivo y gasto energético⁴⁰, que los sujetos sin AC. Por lo tanto, en estos niños, un procesamiento perceptivo más automático, por debajo de los límites de capacidad del sistema, podría favorecer la activación de la red límbica y paralímbica incluso en tareas más complejas en las que se exigen más recursos atencionales por lo que su aprendizaje se vería más influenciado por el aspecto positivo de la recompensa.

Estas investigaciones son coherentes con los resultados de los estudios de neuroimagen en niños con AC¹⁸ que muestran una mayor integridad de la sustancia blanca en el fascículo uncinado (UF), el principal haz de fibras que conecta la amígdala y las regiones adyacentes del lóbulo temporal anterior a la COF. Funcionalmente este fascículo forma parte del circuito de recompensa mesolímbico dopaminérgico siendo de especial relevancia durante la toma de decisiones dirigida a objetivos y la anticipación de la recompensa.

Son más persistentes

Una de las características más notables de los niños con AC es su gran preocupación por las injusticias y los temas sociales y políticos desde una edad muy temprana. Estos niños suelen mostrar una inusual inquietud por los problemas del mundo real, y no tanto por aquello que definen las disciplinas, y están más preocupados por solucionar estos problemas que por hablar de ellos, lo que les puede llevar a dedicar un mayor número de horas y atención a aquellas áreas que les interesa y que además hacen suyas aportándolas una gran carga personal y emocional²⁰.

Los intereses y preocupaciones de los niños con AC están asociados con la atención endógena, un tipo de atención guiada por objetivos internos que depende más del esfuerzo del individuo y de su capacidad de autorregulación, a diferencia de la atención exógena que está guiada por estímulos externos⁴¹. La atención endógena es el resultado de la integración entre los procesos de atención básica y los de memoria que tiene lugar antes de la segunda mitad del primer año¹¹. Este estilo atencional incrementa en los niños con AC la persistencia en tareas relacionadas con sus áreas de intereses desde edades muy tempranas⁴¹. La mayor atención endógena y sostenida que muestran estos niños frente a sus iguales sin AC⁸ está asociada a la maduración precoz de la red frontoparietal¹⁸. Esta red se considera el soporte de las funciones mentales superiores y forma parte de los componentes posteriores de la red de modo predeterminado (RMP). La RMP está formada por regiones cerebrales distribuidas en las cortezas prefrontal y temporal medial, cingulada y parietal lateral inferior, está asociada con procesos que son bastante diferentes de los que admite la red ejecutiva, como deambular por la mente, imaginar, sentir empatía y compasión y dar sentido emocional a información personal o social relevante pasada o futura³⁹. Los niños con AC presentan una red frontoparietal altamente integrada con conexiones más extensas y numerosas que los niños sin AC¹⁸. Además, en estos niños la fuerza de la conectividad de la RMP posterior y la red frontoparietal derecha es significativamente mayor a una edad más temprana⁴², lo que les permite conectar cualquier contenido con propósitos más amplios y de mayor relevancia personal³⁹. En estos niños tanto la autorreflexión como el pensamiento autobiográfico desarrolla un sentido realista de autoconfianza que favorece la perseveración y el esfuerzo³⁹.

A este respecto es interesante destacar que cuando la instrucción y las características del aprendizaje son relevantes para promover o desafiar la motivación y el logro de los alumnos con AC en preescolar y primaria éstos al llegar a la adolescencia son más arriesgados y más sensibles a la ganancia, y menos a la pérdida, durante las tareas de toma de decisiones⁴³. Sin embargo, aquellos niños de preescolar y primaria con AC que no son intelectualmente desafiados, y por lo tanto se enfrentan a menos logros aprendiendo o practicando, tienden a desarrollar sentimientos negativos hacia la escuela, así como bajos niveles de motivación y rendimiento³⁹. Estos alumnos necesitan aprender de forma activa, estableciendo objetivos personales que supongan un desafío, asumiendo retos, planteando cuestiones, imaginando, poniendo en práctica sus ideas, disfrutando con y de su aprendizaje, en definitiva, necesitan sentirse orgullosos de su trabajo y resultados, más que el reconocimiento externo o la nota.

Conclusión

Las propiedades microestructurales y de conectividad del cerebro cambian constantemente a partir del primer contacto sináptico promovido por el ambiente y la propia conducta, por lo que el desarrollo de las AC refleja una propiedad emergente de un sistema dinámico compuesto por sistemas corticales y subcorticales que operan

interactivamente beneficiándose y retroalimentándose de la práctica y la adaptación eficaz al medio.

La AC podría explicarse por unas neuronas más rápidas, plásticas y eficientes que permiten el desarrollo precoz de procesos cognitivos básicos y superiores incrementando la velocidad de adaptación y el desarrollo de conductas especializadas en dominios concretos del aprendizaje. Además, estas neuronas están mediadas por mecanismos neuromoduladores, principalmente dopaminérgicos, que tienen un importante papel no sólo sobre la eficacia de los recursos cognitivos sino también sobre el grado en el que éstos interactúan con componentes emocionales. Por lo que los correlatos cognitivos, motivacionales y comportamentales estarían modulados por el equilibrio relativo entre diferentes redes en desarrollo implicadas en distintas funciones. Tanto la rápida, y menos costosa, adquisición de habilidades como la mayor sensibilidad e intensidad emocional que muestran los niños con AC, cuando el entorno lo favorece, incrementan la búsqueda de la novedad, la curiosidad, la respuesta activa a los retos, el compromiso con las tareas, la persistencia en la resolución de problemas y, en general, la motivación.

Una de las mayores limitaciones de este artículo es la heterogeneidad de los estudios revisados, el número de sujetos, el tipo de medida utilizada para diagnosticar la AC, los estudios longitudinales frente a transversales, la comparación o no con un grupo control, entre otros datos, hace difícil la comparación de los resultados hallados. Por otra parte, aunque los datos aquí presentados se han abreviado en exceso, este trabajo pretende contribuir a una mejor comprensión de los mecanismos neuronales que subyacen al desarrollo de la alta capacidad, pudiendo aportar algunas ideas para futuras investigaciones que deseen profundizar en el estudio de los mecanismos neuronales que subyacen a la práctica y el aprendizaje desde una perspectiva holística y evolutiva. Para ello sería de gran interés poder aportar más información a través de otras bases de datos complementarios a las utilizadas en este trabajo, como EBSCO, Web of Science o PsycInfo.

Referencias

1. Sastre-Riba S, Fonseca-Pedrero E, Ortuño-Sierra J. From high intellectual ability to genius: Profiles of perfectionism. *Comunicar* 2019; 60, 9-17. <https://doi.org/10.3916/C60-2019-01>.
2. Bloom BS. *Developing talent in young people*. Nueva York: Ballantine; 1985
3. McCoach DB, Siegle, D. Factors That Differentiate Underachieving Gifted Students From High-Achieving Gifted Students. *Gifted Child Quarterly* 2003; 47 (2), 144-154. <https://doi.org/10.1177/001698620304700205>
4. Sastre-Riba S, Castelló-Tarrida A. Fiabilidad y estabilidad en el diagnóstico de la alta capacidad intelectual. *Rev Neurol* 2017;64 (1):S0-S58
doi:10.33588/rn.64S01.2017028.

5. Vaivre-Douret L 2011. Developmental and cognitive characteristics of high-level potentialities (highly gifted) children, *Int J Pediatr* 2011 420297. doi: 10.1155 / 2011/420297
6. Baudson TG (2016). The Mad Genius Stereotype: Still Alive and Well. *Front Psychol* 2016; 7 :368. doi: 10.3389 / fpsyg.2016.00368
7. Zhang Q, Shi J, Luo Y, Zhao D, Yang J . Intelligence and information processing during a visual search task in children: an event-related potential study. *Neuroreport* 2006; 17 (7): 747-52. doi: 10.1097 / 01.wnr.0000215774.46108.60
8. Liu T, Shi, J, Zhang Q, Zhao D, Yang, J. Neural mechanisms of auditory sensory processing in children with high intelligence. *NeuroReport* 2007; 18, 1571-1575. doi: 10.1097 / WNR.0b013e3282ef7640
9. Silva L, Magliaro F, Carvalho A, Matas C. Cortical maturation of long latency auditory evoked potentials in hearing children: the complex P1-N1-P2-N2. *CoDAS* 2017; 29 (4) <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20172016216>
10. Steiner HH, Carr M. Cognitive Development in Gifted Children: Toward a More Precise Understanding of Emerging Differences in Intelligence. *Educ Psychol Rev* 2013; 15, 215-246. <https://doi.org/10.1023/A:1024636317011>
11. Cuevas K, Bell MA. Infant Attention and Early Childhood Executive Function. *Child Develop* 2014; 85 (2), 397–404. <https://doi.org/10.1111/cdev.12126>
12. Cools R, Gibbs SE, Miyakawa A, Jagust W, D'Esposito M. Working Memory Capacity Predicts Dopamine Synthesis Capacity in the Human Striatum. *J Neurosci* 2008; 28, 1208–1212. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4475-07.200>
13. Saricam H, Sahin SH. The Relationship between the Environmental Awareness, Environmental Attitude, Curiosity and Exploration in Highly Gifted Students: Structural Equation Modelling. *EDUPIJ* 2015; 4 (1-2), 7-17. Doi: 10.12973 / edupij.2015.412.1
14. Thompson LA, Fagan JF, Fulker DW. Longitudinal Prediction of Specific Cognitive Abilities from Infant Novelty Preference. *Child Dev* 1991; 62 (3): 530-8. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1991.tb01549.x>
15. Stahl AE, Feigenson L. Violations of Core Knowledge Shape Early Learning. *Top Cogn Sci* 2019; 11 (1): 136-153. doi: 10.1111 / tops.12389.
16. Burešová I, Havigerová JM. Information Behavior of Gifted Children in the Pre-literate Stage – Qualitative Study. *Am J Educ Res* 2015; 3(2), 159-165. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.405>
17. Peyre H, Charkaluk ML, Forhan A, Heude B, Ramus F; EDEN Mother–Child Cohort Study Group. (2017) Do developmental milestones at 4, 8, 12 and 24 months predict

- IQ at 5-6 years old? Results of the EDEN mother-child cohort. *Eur J Paediatr Neurol.* 2017; 21(2):272-279. doi: 10.1016/j.ejpn.2016.11.001.
18. Khalil R, Godde B, Karim AA. The Link Between Creativity, Cognition, and Creative Drives and Underlying Neural Mechanisms. *Front Neural Circuits.* 2019; 13:18. doi: 10.3389 / fncir.2019.00018
 19. Fiske A, Holmboe K. Neural Substrates of Early Executive Function Development. *Dev Rev* 2019; 52: 42-62. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2019.100866>
 20. Buttelmann F, Karbach J. Development and Plasticity of Cognitive Flexibility in Early and Middle Childhood. *Front. psychol* 2017; 8, 1040. doi: 10.3389 / fpsyg.2017.01040
 21. Gere DR, Capps SC, Mitchell DW, Grubbs E. Sensory sensitivities of gifted children. *Am J Occup Ther* 2009; 64, 288–295. doi: 10.5014 / ajot.63.3.288
 22. Liu T, Xiao T, Shi J, Zhao L. Sensory gating, inhibition control and child intelligence: an event-related potentials study. *Neurosci* 2011; 189: 250-7. doi: 10.1016 / j.neuroscience.2011.05.009
 23. Savage JE, Jansen PR, Stringer S, Watanabe K, Bryois J, de Leeuw CA et al. Genome-wide association meta-analysis in 269,867 individuals identifies new genetic and functional links to intelligence. *Nat. Genet.* 2018; 50, 912–919. doi:10.1038/s41588-018-0152-6
 24. Coleman JRI, Bryois J, Gaspar HA, Jansen PR, Savage JE, Skene N et al. Biological annotation of genetic loci associated with intelligence in a meta-analysis of 87,740 individuals. *Mol. Psychiatry.* 2019; 24, 182–197. doi:10.1038/s41380-018-0040-6
 25. Vetter P, Roth A, Häusser, M. Propagation of action potentials in dendrites depends on dendritic morphology. *J. Neurophysiol.* 2001; 85, 926-937. doi: 10.1152 / jn.2001.85.2.926.
 26. Beaulieu-Laroche L, Toloza EHS, van der Goes MS, Lafourcade M, Barnagian D, Williams ZM et al. Enhanced Dendritic Compartmentalization in Human Cortical Neurons. *Cell* 2018; 175 (3): 643-651.e14. doi: 10.1016 / j.cell.2018.08.045
 27. Goriounova NA, Mansvelder HD. Genes, Cells and Brain Areas of Intelligence; *Front. Hum. Neurosci.* 2019; 13: 44. doi: 10.3389 / fnhum.2019.00044
 28. Berger A, Tzur G, Posner MI. Infant brains detect arithmetic errors. *PNAS* 2006; 103 (33), 12649-12653. doi: 10.1073 / pnas.0605350103
 29. Wagatsuma A, Okuyama T, Sun C, Smith L, Abe K, Tonegawa S. Locus coeruleus input to hippocampal CA3 drives single-trial learning of a novel context. *Proc Natl Acad Sci USA* 2018; 115 (2): E310-E316; DOI: 10.1073 / pnas.1714082115
 30. Duzkiewicz AJ, McNamara CG, Takeuchi T, Genzel L. Novelty and dopaminergic modulation of memory persistence: A tale of two systems. *Trends Neurosci* 2019; 42 (2), 102-114. doi: 10.1016 / j.tins.2018.10.002

31. Hansen N. The Longevity of Hippocampus-Dependent Memory Is Orchestrated by the Locus Coeruleus-Noradrenergic System. *Neural Plast* 2017; 2727602. doi: 10.1155 / 2017/2727602
32. Kaminski JA, Schlagenhaut F, Rapp M, Awasthi S, Ruggeri B, Deserno L. Epigenetic variance in dopamine D2 receptor: a marker of IQ malleability?. *Transl Psychiatry* 2018; 8, 169. doi: 10.1038/s41398-018-0222-7
33. Gruber MJ, Gelman BD, Ranganath C. States of Curiosity Modulate Hippocampus-Dependent Learning via the Dopaminergic Circuit. *Neuron* 2014: 84 (2), 486–496. doi: 10.1016 / j.neuron.2014.08.060
34. Gjedde A, Kumakura Y, Cumming P, Linnet J, Møller A. Epigenetic variance in dopamine D2 receptor: a marker of IQ malleability?. *Proc Natl Acad Sci* 2010; 107 (8): 3870-5. doi: 10.1073 / pnas.0912319107
35. Karbach J, Unger K. Executive control training from middle childhood to adolescence. *Front. Psychol* 2014; 5 , 390. doi: 10.3389 / fpsyg.2014.00390
36. Alnæs D, Kaufmann T, Doan NT, Córdova-Palomera A, Wang Y, Bettella F et al. Association of Heritable Cognitive Ability and Psychopathology With White Matter Properties in Children and Adolescents. *JAMA Psych.* 2018; 75(3), 287–295. doi:10.1001/jamapsychiatry.2017.4277
37. Steiner HH. A microgenetic analysis of strategic variability in gifted and average-ability children. *Gifted Child Q* 2006; 50: 62-74. doi: 10.1177 / 001698620605000107
38. Gotlieb R, Hyde E, Immordino-Yang MH, Kaufman SB. Cultivating the social-emotional imagination in gifted education: insights from educational neuroscience. *Ann NY Acad Sci.* 2016; 1377 (1): 22-31. doi: 10.1111 / nyas.13165
39. Benedek M, Jauk E, Beaty RE, Fink A, Koschutnig K, Neubauer A. Brain mechanisms associated with internally directed attention and self-generated thought *Scientific Reports* 2016; 6:22959. doi.org/10.1038/srep22959
40. Shi J, Tao T, Chen W, Cheng L, Wang L, Zhang X. Sustained Attention in Intellectually Gifted Children Assessed Using a Continuous Performance Test. *PloS one.* 2013; 8 (2), e57417. doi: 10.1371 / journal.pone.0057417
41. Shi L, Sun J, Xia Y, Ren Z, Chen Q, Wei D, Yang W, Qiu, J. Large-scale brain network connectivity underlying creativity in resting-state and task fMRI: Cooperation between default network and frontal-parietal network. *Biol Psychol* 2018; 135:102-111. doi: 10.1016/j.biopsycho.2018.03.005
42. Chung, D., Yun, K., Kim, JH, Jang, B. y Jeong, J. Different Gain/Loss Sensitivity and Social Adaptation Ability in Gifted Adolescents during a Public Goods Game. *PloS one* 2011; 6 (2), e17044. doi: 10.1371 / journal.pone.0017044

Preguntas de autoevaluación:

1. Los estudios realizados con potenciales evocados en niños con AC muestran:
 - a. Una respuesta más lenta, intensa y duradera.
 - b. Una respuesta más rápida pero menos duradera.
 - c. Mayores amplitudes y menores latencias en la onda P300.
 - d. Menores amplitudes y latencias en la onda P300.
 - e. Mayores amplitudes y latencias en la onda P300.

Respuesta correcta:

- c. Mayores amplitudes y menores latencias en la onda P300.

Los estudios realizados con potenciales evocados apoyan una mayor sensibilidad mostrando que los niños con AC presentan una respuesta más rápida, intensa y duradera, con mayores amplitudes y menores latencias en la onda P300 tanto ante estímulos visuales, como auditivos.

2. La respuesta rápida y eficaz que muestran los niños con AC en la detección de novedades puede ser debida a:
 - a. Una mayor eficacia sináptica de las regiones temporales anteriores.
 - b. Una mayor eficacia sináptica de las regiones parietales
 - c. Un incremento en la actividad del sistema dopaminérgico nigroestriatal
 - d. Un decremento en la actividad del sistema dopaminérgico mesolímbico
 - e. Ninguna es correcta.

Respuesta correcta:

- e. Ninguna es correcta.

La respuesta rápida y eficaz que muestran los niños con AC en el reconocimiento y la detección de novedades puede ser debida tanto a una mayor eficacia sináptica de las regiones temporales mediales como a un incremento en la actividad del sistema dopaminérgico mesolímbico del cerebro.

3. La mayor conexión que muestran los niños con AC entre la COF y el estriado permite:
 - a. Una memoria espacial más eficaz.
 - b. Una inusual sensibilidad emocional.
 - c. Una mayor flexibilidad cognitiva.
 - d. Una mejor planificación/resolución de las tareas.
 - e. Todas son correctas

Respuesta correcta:

- b. Una inusual sensibilidad emocional.

La mayor conexión que muestran los niños con AC entre la COF y áreas asociadas con el procesamiento o la anticipación de las recompensas, como el estriado y la amígdala, permite una inusual sensibilidad emocional, especialmente a lo largo de la infancia, en amplios dominios generales y específicos del funcionamiento cognitivo

- 4. La mayor activación de la CCA en los niños con AC, frente a sus iguales sin AC, en tareas desafiantes les permite:
 - a. Una mayor flexibilidad cognitiva.
 - b. Tener un mayor número de errores de perseveración.
 - c. Valorar de manera más ajustada las probabilidades de éxito/fracaso.
 - d. Un mayor control inhibitorio.
 - e. a y c son correctas.

Respuesta correcta:

- e. a y c son correctas

Los niños con AC utilizan la CCA para responder al conflicto en tareas desafiantes lo que les permite una mayor flexibilidad cognitiva, valorar de una manera más ajustada sus posibilidades reales frente a las demandas de una tarea, las estrategias de las que disponen y las probabilidades de éxito/fracaso.

- 5. La mayor motivación intrínseca de los niños con AC está asociada a:
 - a. Un incremento de la superficie cortical
 - b. Una maduración precoz del fascículo longitudinal inferior
 - c. Una mayor integridad de la sustancia blanca en el fascículo uncinado
 - d. El tamaño de la hipófisis
 - e. El grosor del lóbulo temporal posterior

Respuesta correcta:

- c. Una mayor integridad de la sustancia blanca en el fascículo uncinado

Los niños con AC muestran una mayor integridad de la sustancia blanca en el fascículo uncinado, el principal haz de fibras que conecta la amígdala y las regiones adyacentes del lóbulo temporal anterior a la COF, funcionalmente este fascículo forma parte del

circuito de recompensa mesolímbico dopaminérgico siendo de especial relevancia en la anticipación de la recompensa y la motivación intrínseca.

6. La mayor conectividad de la red frontoparietal con la red de modo predeterminado a una edad más temprana en los niños con AC les permite desarrollar:
- a. La autorreflexión
 - b. El pensamiento autobiográfico
 - c. Un sentido realista de autoconfianza
 - d. La perseveración y el esfuerzo.
 - e. Todas son correctas.

Respuesta correcta:

- e. Todas son correctas.

La mayor conectividad de la red frontoparietal con la red de modo predeterminado a una edad más temprana en los niños con AC les permite conectar cualquier contenido con propósitos más amplios y de mayor relevancia personal, así como desarrollar un sentido realista de autoconfianza que favorece la perseveración y el esfuerzo.