



Contribuciones de Alfredo Ardila a Nuestra Comprensión de la Función Ejecutiva

Mauricio A. Garcia-Barrera^{1*}, Alejandra Contreras¹ e Iván Moreno-Llanos²

¹Departamento de Psicología, Universidad de Victoria. British Columbia, Canadá.

²Departamento Interfacultativo de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.

Nota de Autor

Mauricio A. Garcia-Barrera  <https://orcid.org/0000-0002-4302-4964>

Alejandra Contreras  <https://orcid.org/0000-0003-4343-0003>

Iván Moreno Llanos  <https://orcid.org/0000-0003-4324-8340>

Correspondencia relacionada a este artículo deberá dirigirse a Mauricio A. Garcia-Barrera, PhD. Department of Psychology, University of Victoria | P.O. Box 1700 STN CSC Victoria, B.C. V8W 2Y2, Canadá. Correo electrónico: mgarcia@uvic.ca

Resumen

El término "función ejecutiva" es relativamente reciente en la literatura, y Alfredo Ardila es uno de los pioneros en su estudio, demostrando un gran interés en documentar el desarrollo histórico y evolutivo de las funciones ejecutivas. Nuestro entendimiento del concepto de función ejecutiva ha evolucionado con el desarrollo de la neuropsicología clínica y experimental. Ardila sugiere que la gran conectividad frontal favorece a procesos cognitivos complejos demostrados evolutivamente en actividades de supervivencia y manutención. Adicionalmente, con el desarrollo del lenguaje como medio de representación interno y externo, surge la habilidad para conceptualizar y pensar sobre el entorno, así como la capacidad de transmitir conocimientos complejos. Con esta caracterización evolutiva, Ardila describe como la llamada "revolución cultural" juega un papel muy relevante en la evolución de las funciones ejecutivas. De esta manera, el contexto educativo, económico y sociocultural juegan un papel fundamental en el desarrollo de las funciones ejecutivas. Ardila también propuso una clasificación dicotómica de las funciones ejecutivas entre funciones metacognitivas (habilidades basadas en el razonamiento), y emocionales (capacidad de satisfacer impulsos básicos siguiendo estrategias socialmente aceptables). Las funciones ejecutivas metacognitivas se asocian con las operaciones de la corteza orbitofrontal y sus conexiones con la corteza límbica y cingulada, mientras que las habilidades metacognitivas/intelectuales estarían asociadas con el trabajo de la corteza prefrontal dorsolateral. Con este modelo en mente, Ardila plantea dos síndromes disejecutivos: uno metacognitivo evidente en la incapacidad para organizar una respuesta conductual a estímulos nuevos o complejos, y un síndrome motivacional/emocional caracterizado por la presencia de síntomas de desregulación conductual y emocional.

Palabras clave: Alfredo Ardila, función ejecutiva, corteza prefrontal, metacognición, control emocional, síndromes disejecutivos

Alfredo Ardila's Contributions to Our Understanding of Executive Function

Abstract

The term "executive function" is relatively recent in the literature, and Alfredo Ardila is one of the pioneers in its study, demonstrating a great interest in documenting the historical and evolutionary development of executive functions. Our understanding of the concept of executive function has evolved with the development of clinical and experimental neuropsychology. Ardila suggests that the high frontal connectivity favors complex cognitive processes that have been evolutionarily demonstrated in survival and maintenance activities. Additionally, with the development of language as a means of internal and external representation, comes the ability to conceptualize and think about the environment, as well as the ability to transmit complex knowledge. With this evolutionary characterization, Ardila describes how the so-called "cultural revolution" plays a very relevant role in the evolution of executive functions. In this way, the educational, economic and socio-cultural context play a fundamental role in the development of executive functions. Ardila also proposed a dichotomous classification of executive functions between metacognitive functions (i.e., reasoning-based skills) and emotional functions (i.e., ability to satisfy basic

impulses by following socially acceptable strategies). Metacognitive executive functions are associated with the operations of the orbitofrontal cortex and its connections with the limbic and cingulate cortex, while metacognitive/intellectual skills are associated with the work of the dorsolateral prefrontal cortex. With this model in mind, Ardila proposes two dysexecutive syndromes: a metacognitive syndrome evident in the inability to organize a behavioral response to new or complex stimuli, and a motivational/emotional syndrome characterized by the presence of symptoms of behavioral and emotional dysregulation.

Keywords: Alfredo Ardila, executive function, prefrontal cortex, metacognition, emotional control, dysexecutive syndromes

Contribuciones de Alfredo Ardila a Nuestra Comprensión de la Función Ejecutiva

A menudo Alfredo Ardila nos recuerda en sus escritos que el término “función ejecutiva” fue introducido relativamente reciente en la historia de las neurociencias cognitivas, incluyendo el campo de la neuropsicología (Ardila, 2008, 2016; Ardila et al., 2019). De hecho, en sus dos tomos de *Neuropsicología Clínica* (Ardila & Rosselli, 1992) no encontramos mención del término como tal, y tareas como la Prueba de Clasificación de Wisconsin, Prueba de Categorización de Halstead-Reitan, y otros instrumentos ahora asociados con funcionamiento ejecutivo, los agrupó Ardila originalmente bajo la categoría de “habilidades conceptuales” (Ardila y Rosselli, 1992, pp. 349-450). Dado que el término función ejecutiva no imperaba en aquella época, existen a cambio múltiples referencias en sus primeros artículos y libros a las funciones de la corteza prefrontal respecto a la organización del comportamiento, la solución de problemas y la auto-regulación. Haciendo referencia especialmente a lo que se llamó “el síndrome prefrontal,” donde Ardila afirma que “A pesar de que se ha logrado un avance considerable desde las primeras observaciones sistemáticas de Jacobsen (1936), aún nos encontramos lejos de tener una comprensión cabal de la forma en que los lóbulos frontales logran una organización planeada del comportamiento, y cómo diferentes parámetros de éste se alteran como consecuencia del daño prefrontal... aún no disponemos siquiera de un lenguaje suficientemente preciso para describir el síndrome prefrontal” (Ardila y Rosselli, 1992, p. 239). Esas palabras las escribió Ardila hace más de 30 años, pero podrían ciertamente aplicarse hoy en día, dado que sostenemos las mismas inquietudes sobre el enigma que son las actividades de la corteza prefrontal, y las funciones ejecutivas, asociadas en parte con esta corteza compleja.

Durante el Congreso Cerebro y Mente en Acapulco en 2005, Garcia-Barrera tuvo la oportunidad de preguntarle a Ardila acerca de la conceptualización de Alexander Romanovich Luria, gran mentor de Ardila y uno de nuestros maestros por asociación, sobre estos procesos que llamamos “ejecutivos.” Ardila le explicó que, aunque Luria no usó el término, sí hizo referencias a una tercera unidad funcional en su modelo jerárquico (Luria, 1973), a la cual le asignó la capacidad para “la programación, regulación, y verificación del comportamiento,” y la asoció con el trabajo del lóbulo frontal, incluyendo la corteza prefrontal y sus conexiones. Como área de asociación, Luria (1977) considera a la corteza prefrontal un área cortical terciaria capaz de integrar información multimodal y de efectuar procesos complejos, como la organización temporal, el razonamiento, y el procesamiento de conceptos abstractos. Influenciado por las observaciones de su mentor, Ardila y Rosselli (1992) acredita los siguientes procesos a la actividad de la corteza prefrontal: “Programación de la actividad motora, inhibición de las respuestas inmediatas, abstracción, solución de problemas, regulación verbal del comportamiento, adecuación de la conducta a las normas sociales, reorientación del comportamiento de acuerdo con las respuestas conductuales, habilidad para diferir el refuerzo, integración temporal -prospección- de la conducta, y mantenimiento de la integridad de la personalidad” (pp. 239-240). Hoy en día la mayor parte de estos productos de la actividad cortical se acreditan al término sombrilla “función ejecutiva,” demostrando que Ardila fue siempre un visionario, capaz de integrar el conocimiento compartido en la literatura con sus propias teorizaciones y observaciones, generando aportes al conocimiento que superarían la prueba del tiempo.

De hecho, las plataformas de inteligencia artificial desarrolladas durante esta reciente revolución tecnológica, son capaces de sintetizar los aportes de esos 30 años de trabajo de Alfredo Ardila en este tema de una manera bastante acertada. Bajo el comando de “crear una síntesis de las contribuciones de Alfredo Ardila sobre funciones ejecutivas”, el modelo de lenguaje desarrollado por OpenAI con fines conversacionales “Chat Generative Pre-trained Transformer” o simplemente ChatGPT (versión 3.5) genera el siguiente resultado:

“Alfredo Ardila, reconocido neuropsicólogo, ha contribuido significativamente a la comprensión de las funciones ejecutivas. Sus escritos a menudo enfatizan la naturaleza multifacética de las funciones ejecutivas y su importancia en diversos procesos cognitivos. Es conocido por destacar las influencias culturales y contextuales en las funciones ejecutivas, argumentando que estos procesos cognitivos están moldeados por el entorno, las experiencias y los antecedentes culturales de una persona.

Algunos puntos clave en el trabajo de Ardila sobre las funciones ejecutivas incluyen:

Definición y componentes: Ardila identifica las funciones ejecutivas como un conjunto de procesos cognitivos responsables de la conducta dirigida a metas, que abarcan habilidades como la planificación, la inhibición, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la autorregulación.

Bases neuroanatómicas: Explora los fundamentos neurales de las funciones ejecutivas, a menudo discutiendo cómo las diferentes regiones del cerebro, en particular la corteza prefrontal, juegan un papel fundamental en estos procesos cognitivos.

Desarrollo y envejecimiento: Ardila analiza cómo se desarrollan las funciones ejecutivas a lo largo de la vida, desde la infancia hasta la adolescencia y la vejez. Examina cómo estas funciones pueden disminuir con el envejecimiento o verse afectadas por afecciones neurológicas.

Variaciones culturales: Un aspecto distintivo del trabajo de Ardila es su exploración de cómo los factores culturales afectan las funciones ejecutivas. Enfatiza que los procesos cognitivos como la toma de decisiones, la resolución de problemas y la planificación pueden variar entre culturas debido a las diferencias en valores, normas y estructuras sociales.

Implicaciones clínicas: Su trabajo a menudo profundiza en las implicaciones clínicas de los déficits de la función ejecutiva, particularmente en afecciones como el TDAH, el autismo, las lesiones cerebrales traumáticas y la demencia. La comprensión de estas deficiencias ayuda a diseñar intervenciones y terapias específicas.

Los escritos de Ardila contribuyen significativamente a la comprensión de las funciones ejecutivas, arrojando luz sobre su complejidad, variabilidad entre individuos y culturas, y su relevancia tanto en poblaciones típicas como clínicas” (OpenAI, 2023).

Como lo demuestra la síntesis creada por ChatGPT, Ardila hizo aportes contundentes a nuestra comprensión del concepto de función ejecutiva, los cuales valen la pena explorar en detalle. Ese es el objetivo de este artículo.

Evolución de las Funciones Ejecutivas y el Papel de la Cultura

Ardila demostró un gran interés en documentar el desarrollo histórico y evolutivo de las funciones ejecutivas (Ardila, 2008, 2018b; Ardila y Ostrosky-Solís, 2008). En sus artículos, ofrece no solo una revisión histórica del concepto de función ejecutiva, pero también una revisión antropológica con un lente evolutivo sobre cómo las funciones ejecutivas se desarrollan en el *Homo sapiens sapiens*. Ardila sugiere que, en comparación con otras especies, los lóbulos frontales humanos muestran mayor conectividad (dados cambios evolutivos en la materia blanca), ofreciendo una riqueza estructural única que favorece la evolución de procesos cognitivos complejos demostrados en actividades de supervivencia y manutención (Ardila, 2008). Por ejemplo, la construcción de herramientas demuestra el avance de la memoria secuencial a la base de la organización temporal de la conducta; la invención de trampas y de la agricultura sirven como indicadores de inhibición, planeación y desarrollo de la capacidad de conseguir objetivos a largo plazo; el desarrollo de la capacidad de percepción del tiempo y espacio son precursores para poder planear y organizar el comportamiento; y en el caso de las migraciones y colonizaciones, las funciones ejecutivas se observan como parte de la organización y la planificación conductual requerida para el éxito y sobrevivencia (Ardila, 2008; Ardila y Ostrosky-Solís, 2008). Asimismo, con el desarrollo del lenguaje como medio de representación interno y externo, surge la habilidad para conceptualizar y pensar sobre el entorno, así como la capacidad de transmitir conocimientos complejos (Ardila, 2008, 2018b).

Ardila (2008, 2018b) sugiere que en ese desarrollo evolutivo, habilidades ejecutivas como el control inhibitorio, y la regulación emocional y del comportamiento, deben haberse establecido más temprano que aquellas habilidades más metacognitivas como la memoria operativa, la organización del comportamiento para la solución de problemas y la planeación hacia el futuro, las cuales requieren del lenguaje como herramienta de representación del mundo y del pensamiento (Vygotsky, 1934/1962, 1978), y de la transmisión del conocimiento entre individuos. Con el desarrollo del lenguaje prolifera el desarrollo de otros sistemas de comunicación, como la escritura y en paralelo la lectura, que enriquecen el intercambio que llamaríamos cultural. Estas explicaciones estuvieron apoyadas por los aportes de Vygotsky (1929, 1978, 1986), quien sugiere que la organización de los procesos cognitivos superiores se basa en el uso de instrumentos externos (objetos, símbolos, signos) que son interiorizados y representados.

Aquí se observa claramente como la llamada “revolución cultural” juega un papel muy relevante en la evolución de las funciones ejecutivas, y viceversa (Ardila, 2008). Rosselli y Ardila (2003) enfatizan la necesidad de ponderar el efecto de la cultura en la evaluación neuropsicológica, incluyendo la valoración clínica de las funciones ejecutivas, y especialmente, en contextos entre-culturales. Ellos sugieren que incluso las mediciones no-verbales basadas en valores occidentales tienen limitaciones. De hecho, no son tests “vacíos de cultura”, sino que se arraigan en ella. Por ejemplo, los creadores de pruebas neuropsicológicas tienen la libertad de seleccionar qué ítems usar, o qué habilidades son más relevantes, en base a su propia experiencia. Similarmente, los investigadores y clínicos quienes usan estas herramientas tienen la capacidad de configurar una batería de evaluación informada por sus experiencias, hipótesis

e intereses. En ambos casos, el riesgo de sesgos no intencionales es palpable. Sin embargo, uno de los mayores efectos que Rosselli y Ardila (2003) proponen viene de la experiencia educativa a la que ha estado expuesto cada individuo. La educación, la cual también es parte de la cultura, tiene influencia en las habilidades cognitivas, incluyendo las funciones ejecutivas (Klenberg et al., 2001).

Kotik-Friedgut y Ardila (2019) proponen que las funciones mentales superiores son sociales y jerárquicas, y se desarrollan dentro de un contexto cultural e histórico, en interacción con otras personas y en interacción con artefactos externos al individuo, como objetos, símbolos y signos, que pueden ser únicos para cada cultura. Del mismo modo, ellos proponen que cambios en la cultura reflejan cambios en la cognición. Como ejemplo, el uso (excesivo) de internet, la televisión, o los juegos de azar, provocan cambios en los modos de pensar y actuar de las personas, y en especial de los niños/as durante su desarrollo (Kotik-Friedgut y Ardila, 2019). Uno de los mejores ejemplos proviene de los estudios en niños bilingües.

En un estudio empírico en Miami, Ardila y colegas (2015) examinaron el caso del bilingüismo de segunda generación. Este tipo de bilingüismo es un fenómeno muy peculiar y bajamente estudiado, y se refiere al caso de niños que inmigraron a los Estados Unidos antes de los 10 años o que tienen padres hispanohablantes y aprendieron español en la casa con sus padres, pero hablan inglés fuera de la casa y estudian en escuelas de habla inglesa. A pesar de no ser tan estudiado, es muy relevante porque la mitad de los inmigrantes en Estados Unidos son de habla hispana. En este estudio (Ardila et al., 2015) se evaluó el conocimiento léxico (vocabulario, fluidez verbal), y múltiples tareas de memoria de trabajo (dígitos, repetición de frases, secuenciación letra-número, y N-back). Los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre el conocimiento léxico y la memoria de trabajo. Específicamente, el conocimiento léxico en inglés era más extenso, y su memoria de trabajo era mayor en inglés. Esto señala que la memoria de trabajo puede ser diferente dependiendo del idioma en el que se esté utilizando en un momento específico, y a pesar de que inglés es su segundo idioma y no su lengua materna, una demostración de cómo el contexto social y cultural pueden influenciar el desarrollo de los procesos cognitivos incluyendo las funciones ejecutivas.

En otro estudio empírico, Fatima et al. (2016), investigaron si factores ambientales o familiares están asociados a diferencias individuales en las funciones ejecutivas de adolescentes pakistaníes. Específicamente, ellos examinaron cómo la percepción de la calidad de la relación padre-hijo y el estado socioeconómico afectan las funciones ejecutivas en los adolescentes. Los resultados indican una relación negativa entre la percepción de negligencia y las funciones ejecutivas. Por el contrario, la educación de los padres y el estatus socioeconómico demostraron una asociación positiva con las funciones ejecutivas de los adolescentes.

En síntesis, Ardila propone que el contexto educativo, económico y sociocultural juegan un papel fundamental en el desarrollo de las funciones ejecutivas, y esto se observa tanto en la evolución filogenética donde el desarrollo del lenguaje y otros sistemas de comunicación posibilitaron el desarrollo cultural (y con ello, la educación y el desarrollo de sistemas económicos y clases), como en la evolución ontogenética, que repite la historia de la especie hasta cierto punto, y que refleja en las diferencias individuales los efectos de variables como la educación (cantidad y calidad, Duggan et al., 2018), la exposición a otras lenguas y culturas (e.g., el caso del bilingüismo), y el nivel socio-económico que permite el acceso a actividades socio-culturales enriquecedoras.

Modelo Estructural de la Función Ejecutiva y sus Alteraciones

Inspirados por el marco de los sistemas calientes-fríos de Metcalfe y Mischel (1999), Zelazo y Müller (2002) propusieron una dicotomía que involucra lo "caliente" (aspectos afectivos) y lo "frío" (aspectos cognitivos) bajo el término general de función ejecutiva. Su enfoque fue respaldado por la evidencia de estudios de lesiones que demuestran dicha disociación en los sistemas cerebrales neurales, así como por la investigación del desarrollo que demuestra que sus trayectorias difieren, con funciones ejecutivas "calientes" rezagadas en su desarrollo completo (Zelazo y Carlson, 2012). Del mismo modo, Ardila (2008) propuso una clasificación dicotómica simple, que involucra las funciones ejecutivas metacognitivas y emocionales, descritas a continuación.

Las funciones ejecutivas **metacognitivas**, como la resolución de problemas, la planificación, la memoria de trabajo, la abstracción, el desarrollo e implementación de estrategias, entre otras, constituyen la mayoría de las habilidades basadas en el razonamiento, las cuales son tradicionalmente medidas por las pruebas neuropsicológicas de las funciones ejecutivas. Evocando la propuesta de Vygotsky, Ardila sugiere que la labor principal de las funciones ejecutivas es la representación interna de las acciones, donde las funciones ejecutivas metacognitivas surgen de la interiorización de la acción y el uso de mediadores.

Las funciones ejecutivas **emocionales o motivacionales**, explicadas en menor medida por las pruebas neuropsicológicas tradicionales, se definen como aquellas implicadas en nuestra "capacidad de satisfacer impulsos básicos siguiendo estrategias socialmente aceptables" (Ardila, 2008, p. 94). Implican el control inhibitorio, incluida la regulación emocional y conductual (Ardila, 2008). Ardila propone que la mayoría de los problemas cotidianos involucran un alto contenido de emociones demandando regulación proveniente de las funciones ejecutivas emocionales. También nos recuerda que usualmente no son evaluadas en las investigaciones sobre función ejecutiva, por lo cual se sabe menos sobre ellas. Ardila también sugiere que las funciones ejecutivas emocionales se observan más temprano en el desarrollo filogenético que sus contrapartes metacognitivas (Ardila, 2013a), seguramente dada su dependencia con el desarrollo del lenguaje como herramienta de representación del mundo y del pensamiento (Vygotsky, 1978).

Correlatos Neuroanatómicos de la Función Ejecutiva

En su artículo "Is intelligence equivalent to executive functions" (Ardila, 2018a), Ardila amplía esta teoría dicotómica sobre la función ejecutiva, y propone claramente una disociación neuroanatómica funcional donde las habilidades ejecutivas emocionales/motivacionales coordinan la cognición y la emoción a través de las operaciones de la corteza orbitofrontal y sus conexiones con la corteza límbica y cingulada, mientras las habilidades metacognitivas/intelectuales estarían asociadas con el trabajo de la corteza prefrontal dorsolateral, lo que sustenta sus asociaciones con la inteligencia. A pesar de la década entre los artículos discutiendo este modelo, es notable que su posición seguía cristalizándose. De hecho, esta distribución de áreas especializadas en el procesamiento de funciones ejecutivas fue hasta cierto punto confirmada con un estudio meta-analítico realizado por Ardila et al. (2018), en el cual cuatro áreas del cerebro aparecen como las más involucradas en funcionamiento ejecutivo: áreas dorsolaterales de los lóbulos frontales, áreas superiores de los lóbulos parietales, el área motora suplementaria, y algunas áreas subcorticales como el putamen y el tálamo. Lo más interesante

en relación al modelo propuesto por Ardila, fueron los hallazgos de los contrastes de la estimación de probabilidad de activación ([ALE], del inglés Activation Likelihood Estimation), los cuales demuestran una diferenciación significativa de las redes, donde las tareas de razonamiento parecen asociarse con una ventaja del hemisferio izquierdo. Esta ventaja de lateralización tiene sentido al observar los procesos metacognitivos, Ardila asocia con estas redes (abstracción, planeación, etc.) los cuales son más dependientes del lenguaje, lógica y organización temporal que facilita el hemisferio izquierdo, mientras que las que emplean mayor inhibición se asocian con una ventaja del hemisferio derecho; una disociación que apoya satisfactoriamente la propuesta de Ardila.

Ardila (2008) también evoca la literatura (incluyendo a Vygotsky) proponiendo que el desarrollo del lenguaje y la cognición compleja están relacionados con algunos programas motores, secuenciación y las acciones internalizadas. Ardila propone que las “neuronas espejo” pueden servir como una evidencia neuroanatómica de un sistema que compara los eventos observados con acciones similares generadas internamente. El concepto de neuronas espejo viene originalmente de modelos animales, donde una neurona que se activa tanto cuando un animal realiza una acción como cuando el animal observa la misma acción realizada por otro animal. En humanos, se ha encontrado actividad cerebral consistente con neuronas espejo en la corteza premotora y la corteza parietal inferior (Rizzolatti y Craighero, 2004), posiblemente sirviendo de puente entre el lenguaje y la acción interiorizados.

Relaciones entre Función Ejecutiva y Otras Habilidades Complejas: Evidencia Psicométrica

La evaluación psicométrica de las funciones metacognitivas es rica en opciones, y los investigadores hemos sacado provecho al respecto. Ardila es crítico no solo de este desequilibrio, pero también del hecho que las funciones ejecutivas se estudian muy infrecuentemente en situaciones ecológicas, eso es, fuera del laboratorio o de la consulta clínica. No es sorpresa que algunas pruebas solo logran demostrar una modesta validez ecológica, mientras sobre-representan tareas externas que requieren habilidades intelectuales, representan situaciones inusuales (no se asemejan a situaciones cotidianas), artificiales y tienen a ser en su mayoría emocionalmente neutras (Ardila, 2018a). De hecho, Ardila expresa una crítica clara a los modelos tradicionales de evaluación de funciones ejecutivas en varias oportunidades, incluyendo en sus estudios empíricos y publicaciones teóricas sobre la asociación y diferenciación entre inteligencia y función ejecutiva. Su hipótesis establece que, por definición, los puntajes en pruebas ejecutivas deberían estar fuertemente asociados a puntajes en pruebas de inteligencia. Hay bastante apoyo en la literatura a esta sugerencia (por ejemplo, ver Duggan y Garcia-Barrera, 2015). En un estudio empírico, Ardila et al. (2000) evalúan 50 adolescentes entre los 13 y 16 años, usando pruebas de funcionamiento ejecutivo como la Prueba de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin, una prueba de fluidez verbal, y la prueba de trazados (componentes A y B), además de la Escala de Inteligencia Wechsler para Niños, edición revisada ([WISC-R], del inglés, Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised). Ardila y sus colegas demuestran que las asociaciones entre puntajes en pruebas de inteligencia y pruebas que evalúan funciones ejecutivas son realmente escasas y bajas, con una tendencia a privilegiar el coeficiente de inteligencia verbal sobre el de razonamiento perceptual. Estos autores concluyen que las pruebas de inteligencia (en este caso el WISC) no capturan adecuadamente las funciones ejecutivas, y viceversa, implicando la idea

de ausencia de validez ecológica de las pruebas neuropsicológicas que se utilizan popularmente para evaluar estos constructos complejos, y especialmente a la función ejecutiva. Dado que las definiciones entre inteligencia y funciones ejecutivas son tan parecidas, el hecho que sus pruebas tradicionales no estén altamente correlacionadas abre la puerta a la pregunta si estas son las maneras adecuadas de medir inteligencia y funciones ejecutivas. Ardila pregunta, ¿Están estas pruebas midiendo los procesos cognitivos que dicen que miden?

Con estos resultados en mente, Ardila (2018a) propone que “algunos elementos de las funciones ejecutivas, o mejor dicho, algunas funciones ejecutivas específicas, corresponden claramente a la inteligencia, mientras que otros no se refieren a la inteligencia. Si se utiliza una distinción importante entre las funciones ejecutivas metacognitivas –o simplemente “intelectuales”– y las funciones ejecutivas emocionales/motivacionales -o simplemente no intelectuales-, se hace evidente que la inteligencia general puede equipararse con las funciones ejecutivas metacognitivas, pero no con las funciones ejecutivas emocionales/motivacionales.” (p. 162). También afirma en ese artículo que “la “inteligencia” es un concepto desarrollado en la psicología y particularmente en la tradición psicométrica, en contraste la “función ejecutiva” es un concepto acuñado en el dominio de la neurociencia cognitiva. No es de extrañar que ambos hayan permanecido como conceptos paralelos en las explicaciones de la cognición humana. La investigación ha demostrado que, si se consideran en su conjunto, las funciones ejecutivas sólo corresponden parcialmente al concepto psicométrico de inteligencia” (p. 162), mientras los estudios de neuroimágenes demuestran que ambos procesos comparten redes neuronales extensas (Ardila y Ostrosky, 2022).

En otra publicación, Ardila propone que las funciones metacognitivas están asociadas a la autoconciencia, definida como la capacidad de tener conciencia de uno mismo y de sus propias acciones y condiciones (Ardila, 2016), y a sus componentes asociados, como la conciencia autooética, la habilidad de representación temporal, memoria episódica y la recuperación de memoria episódica y autoidentidad. La conciencia autooética es la capacidad humana de situarse mentalmente en el pasado y el futuro (es decir, viajes mentales en el tiempo) o en situaciones con posibles resultados alternativos, posibilitando la capacidad de examinar los propios pensamientos.

Síndromes Disejecutivos

Utilizando este modelo dicotómico de las funciones ejecutivas, Ardila (2013b) propuso dos síndromes disejecutivos correspondientes. En primer lugar, un “síndrome disejecutivo metacognitivo,” asociado a daño en la corteza prefrontal dorsolateral, y que se caracteriza por la presencia de “una incapacidad para organizar una respuesta conductual a estímulos nuevos o complejos” (p. 2). De acuerdo con Ardila, los problemas para abordar la complejidad se reflejan en el bajo rendimiento de los pacientes en las medidas de capacidad intelectual. En segundo lugar, un síndrome motivacional/emocional, asociado con daño a las áreas orbitofrontal y frontal medial, se caracteriza por la presencia de síntomas de desregulación conductual y emocional que incluyen “desinhibición, comportamientos inapropiados, cambios de personalidad, irritabilidad, responsabilidad del estado de ánimo, falta de tacto, distracción y desprecio por eventos importantes” (p. 3). Una característica relevante de este síndrome es el deterioro de la cognición social, la presencia de apatía (y abulia) y los problemas para iniciar conductas en general (Ardila, 2013b).

En algunos casos, Ardila propone una presentación más global de los problemas ejecutivos, bajo el término “síndrome disejecutivo”. El caso más reciente lo vemos a partir de la pandemia. A menos de tres meses de haberse declarado una pandemia por el COVID-19, Ardila documenta su preocupación por las consecuencias neurológicas que pueden acompañar a la patología, advirtiendo como las secuelas neurológicas del COVID (efectos de la hipoxia y lesiones cerebrales, daños al sistema nervioso causados por la inflamación, desmielinización, etc.) van a tener un efecto en la cognición de los pacientes (Lahiri y Ardila, 2020). En una carta al editor de la revista *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical research & Reviews*, Alfredo especifica la posibilidad de que el COVID-19 afecte a las funciones ejecutivas, haciendo referencia a las documentaciones iniciales en la literatura declarando la presencia de síntomas de disregulación atencional y presencia de confusión, ambas características del síndrome disejecutivo (Ardila y Lahiri, 2020). Ardila advierte que es altamente posible que pacientes tengan secuelas de largo plazo que incluyan problemas neurológicos, de memoria y de las funciones ejecutivas, razones por las cuales sugiere se debe facilitar la evaluación neuropsicológica de los pacientes con síntomas a largo plazo. Más recientemente, múltiples estudios reconocen que el sistema nervioso es afectado por el COVID y se ha encontrado déficits en las funciones ejecutivas en los pacientes post-COVID (Ariza et al., 2023; Crivelli et al., 2022; Fitri et al., 2023).

Conclusión

Ardila se caracteriza por tener un ojo crítico, detallista. Que lleva al límite y desmenuza cada centímetro de la teoría, a la vez que no pierde la esencia de la persona, no solo como sujeto, sino también como agente, como parte de una sociedad, con sus experiencias y aprendizajes.

Ardila se mueve entre diferentes esferas con el cuidado de un auténtico erudito. Es el ojo que mira el aspecto más micro, más dinámico y estructural, a la vez que mira el aspecto más macro, de la persona y la cultura. Es la mirada del que no se queda conforme con una parte, sino busca integrar el conocimiento en un todo (ver, Dick y Overton, 2010). Tan pronto disecciona cada región y red neuronal con el detalle de un cirujano, como describe la historia humana y el desarrollo cultural como un antropólogo. Y, no contento con estas dos explicaciones, también se pregunta por la relación entre ambas. De este modo, se preocupa por entender tanto el funcionamiento del cerebro como un todo, a la vez que lo coloca dentro de un sistema social y cultural. Es la aproximación sobre la cual la respuesta no muere al terminar la investigación, sino que da lugar a nuevas preguntas.

Igualmente muestra un respeto y una curiosidad por las culturas del mundo y su relación con los aspectos psicológicos. Se preocupa por entender a la gente de África y de Asia por lo que son, con la misma pasión que a la gente de Europa y América (ver crítica de Scheidecker et al., 2021), y para ello estableció una red de colaboradores internacionales vasta, incluyendo colaboradores en Turquía, India, Japón, Estados Unidos, Rusia, México, Bolivia, Chile y Colombia, entre muchos otros. Porque Ardila nos muestra que, en relación al acto de “ser” un ser humano, y de convertirse en “persona”, no hay universales que valgan, sino especificidades y características únicas que son igualmente valiosas. Esta filosofía y manera de pensar al individuo dentro de un contexto socio-cultural, se refleja claramente en su posicionamiento sobre las funciones ejecutivas. Su teoría dicotómica y parsimoniosa tiene gran cabida de el discurso teórico sobre este concepto neuropsicológico, y gran potencial para estudios empíricos, tanto

experimentales como clínicos. Su mayor aporte se relaciona con el reconocimiento de la maleabilidad de estas funciones superiores complejas, y su permeabilidad al efecto de eventos clínicos (por ejemplo, daño neurológico a la corteza frontal y sus conexiones, COVID-19), oportunidades socio-culturales (por ejemplo, la educación y el acceso a recursos socio-económicos), y el desarrollo evolutivo tanto filogenético como ontogenético.

Referencias

- Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*, 68(1), 92-99 <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.03.003>
- Ardila, A. (2013a). Development of metacognitive and emotional executive functions in children. *Applied Neuropsychology: Child*, 2(2), 82-87. <https://doi.org/10.1080/21622968.2013.748388>
- Ardila, A. (2013b). There are two different dysexecutive syndromes. *Journal of Neurological Disorders*, 1(1), 1-4. <https://doi.org/10.4172/2329-6895.1000114>
- Ardila, A. (2016). Is 'self-consciousness' equivalent to 'executive function'? *Psychology & Neuroscience*, 9(2), 215-220. <https://doi.org/10.1037/pne0000052>
- Ardila, A. (2018a). Is intelligence equivalent to executive functions? *Psicothema*, 30(2), 159-164. <https://doi.org/10.7334/psicothema2017.329>
- Ardila, A. (2018b). Origins of executive functions. En A. Ardila (Ed.), *Historical development of human cognition. A cultural-historical neuropsychological perspective* (pp. 107-134). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-6887-4>
- Ardila, A., Bernal, B., y Rosselli, M. (2018). Executive functions brain system: An activation likelihood estimation meta-analytic study. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 33(4), 379-405. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx066>
- Ardila, A., Castellanos C., Cremisini, E., Cruz-Vargas, C., Guayara, C., Hernández, S., Mato, I., Mueller, S., y Yero, B., (2015). Lexical knowledge and working memory in second-generation Spanish/English bilinguals. *International Journal of Language & Linguistics*. 2(3), 1-9. https://ijllnet.com/journals/Vol_2_No_3_September_2015/1.pdf
- Ardila, A., Fatima, S., y Rosselli, M. (Eds.). (2019). *Dysexecutive syndromes: Clinical and experimental perspectives*. Springer Nature Switzerland AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25077-5>
- Ardila, A., y Lahiri, D. (2020). Executive dysfunction in COVID-19 patients. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(5), 1377-1378. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.07.032>
- Ardila, A., y Ostrosky-Solís, F. (2008). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 1-21. <http://revistaneuroweb.com/index.php/RNNN/article/view/156>
- Ardila, A., y Ostrosky, F. (2022). What do neuropsychological tests assess? *Applied Neuropsychology: Adult*, 29(1), 1-9. <https://doi.org/10.1080/23279095.2019.1699099>
- Ardila, A., Pineda, D., y Rosselli, M. (2000). Correlation between intelligence test scores and executive function measures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15(1), 31-36. [https://doi.org/10.1016/S0887-6177\(98\)00159-0](https://doi.org/10.1016/S0887-6177(98)00159-0)
- Ardila, A., y Rosselli, M. (1992). *Neuropsicología clínica*. Prensa Creativa.
- Ariza, M., Cano, N., Segura, B., Adan, A., Bargalló, N., Caldú, X., Campabadal, A., Jurado, M. A., Mataró, M., Pueyo, R., Sala-Llonch, R., Barrué, C., Bejar, J., Cortés, C. U., Garolera, M., y Junqué, C. (2023). COVID-19 severity is related to poor executive function in people with post-COVID conditions. *Journal of Neurology*, 270(5), 2392-2408. <https://doi.org/10.1007/s00415-023-11587-4>

- Crivelli, L., Palmer, K., Calandri, I., Guekht, A., Beghi, E., Carroll, W., Frontera, J., García-Azorín, D., Westenberg, E., Winkler, A. S., Mangialasche, F., Allegri, R. F., y Kivipelto, M. (2022). Changes in cognitive functioning after COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Alzheimer's & Dementia*, 18(5), 1047–1066. <https://doi.org/10.1002/alz.12644>
- Dick, A. S., y Overton, W. F. (2010). Executive function: Description and explanation. En B. Sokol, U. Müller, J. I. M. Carpendale, A. R. Young, y G. Iarocci (Eds.), *Self- and social-regulation: Exploring the relations between social interaction, social cognition, and the development of executive functions* (pp. 7–34). Oxford University Press.
- Duggan, E. C., y Garcia-Barrera, M. A. (2015). Executive functioning and intelligence. En S. Goldstein, D. Princiotta, y J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of intelligence: Evolutionary theory, historical perspective, and current concepts* (pp. 435–458). Springer Science + Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1562-0_27
- Duggan, E., Loaiza, C., Awakon, L., Irurita, I., & Garcia-Barrera, M. (2018). C – 62 contributing towards a cultural neuropsychology assessment decision-making framework: Comparison of WAIS-IV norms from Colombia, Chile, Mexico, Spain, United States, and Canada. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 33(6), 703–794. <https://doi.org/10.1093/arclin/acy061.215>
- Fatima, S., Sheikh, H., y Ardila, A. (2016). Association of parent-child relationships and executive functioning in South Asian adolescents. *Neuropsychology*, 30(1), 65–74. <https://doi.org/10.1037/neu0000216>
- Fitri, F. I., Darman, W. R., y Ritarwan, K. (2023). Correlation between inflammatory markers with cognitive function in coronavirus disease-19 (COVID-19) patients. *Alzheimer's & Dementia*, 19(Suppl 4), e063686. <https://doi.org/10.1002/alz.063686>
- Klenberg, L., Korkman, M., y Lahti-Nuutila, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3- to 12-year-old Finnish children. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 407–428. https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_6
- Kotik-Friedgut, B., y Ardila, A. (2019). A. R. Luria's cultural neuropsychology in the 21st century. *Culture & Psychology*, 26(2), 274-286. <https://doi.org/10.1177/1354067X19861053>
- OpenAI. (2023). ChatGPT (versión del 21 noviembre) [Crear una síntesis de las contribuciones de Alfredo Ardila sobre funciones ejecutivas]. <https://chat.openai.com/chat>
- Lahiri, D., y Ardila, A. (2020). COVID-19 Pandemic: A neurological perspective. *Cureus*, 12(4). e7889. <https://doi.org/10.7759/cureus.7889>
- Luria, A. R. (1973). *The working brain. An introduction to neuropsychology*. Basic Books.
- Luria, A. R. (1977). *Las funciones corticales superiores en el hombre*. Editorial Orbe.
- Metcalfe, J., y Mischel, W. (1999). A hot/cool-system analysis of delay of gratification: Dynamics of willpower. *Psychological Review*, 106(1), 3–19. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.1.3>
- Rizzolatti, G., y Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169–192. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144230>
- Rosselli, M., y Ardila, R. (2003). The impact of culture and education on non-verbal neuropsychological measurements: A critical review. *Brain and Cognition*, 52, 326-333. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00170-2](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00170-2)

- Scheidecker, G., Chaudhary, N., Keller, H., Mezzenzana, F., y Lancy, D. F. (2021). "Poor brain development" in the global South? Challenging the science of early childhood interventions. *Ethos*, 51, 3-26. <https://doi.org/10.1111/etho.12379>
- Vygotsky, L. S. (1929). II. The problem of the cultural development of the child. *Journal of Genetic Psychology*, 36, 415–432. <https://doi.org/10.1080/08856559.1929.10532201>
- Vygotsky, L. S. (1978). Internalization of higher psychological functions. En M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, y E. Souberman (Eds., Trans.) *Mind in society: The development of higher mental processes*. Harvard University Press (pp. 52-57). (Original work published 1930–1935)
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. MIT Press.
- Zelazo, P. D., y Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354–360. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). The balance beam in the balance: Reflections on rules, relational complexity, and developmental processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81(4), 458–465. <https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2667>