

Funciones Ejecutivas y Metacognición: un diálogo entre la Neuropsicología y la Psicología Educacional

Executive Functions and Metacognition: a dialogue between Neuropsychology and Educational Psychology

María Laura de la Barrera y Daiana Rigo

Palabras clave

Funciones Ejecutivas
Metacognición
Neurociencias
Contextos Instructivos

Resumen. Presentamos en este escrito aspectos teóricos relevantes de lo que se ha constituido nuestro proyecto marco de investigación desde hace un año en diferentes ámbitos del sistema educativo. Respetamos las líneas prioritarias de investigación acordadas en el marco de la creación del Instituto de Investigación en Estudios Sociales, Territoriales y Educativos, y las definidas por la Universidad Nacional de Río Cuarto, las que se hallan ligadas a la preocupación común de comprender mejor los procesos de aprendizaje en entornos académicos y contribuir a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos diversos. Nos abocamos a investigar distintos espacios educativos en contextos formales, para profundizar en la asociación entre las funciones ejecutivas y la configuración de los contextos instructivos a partir de los aportes de las Neurociencias y la Psicología Educacional. Pensamos que los resultados derivados tendrán implicancias directas para diseñar propuestas educativas que favorezcan y potencien el desempeño ejecutivo de estudiantes en diversas etapas de escolaridad.

Key Words

Executive Functions
Metacognition
Neurosciences
Instructional Contexts

Abstract. We present in this writing relevant theoretical aspects of what has been our research framework project for a year in different areas of the education system. We respect the priority research lines agreed upon in the framework of the creation of the Research Institute in Social, Territorial and Educational Studies, and those defined by the National University of Río Cuarto, which are linked to the common concern to better understand the processes of learning in academic environments and contribute to improving teaching-learning processes in diverse contexts. We focus on investigating different educational spaces in formal contexts, to deepen the association between executive functions and the configuration of instructional contexts from the contributions of Neurosciences and Educational Psychology. We think that the derived results will have direct implications for designing educational proposals that favor and enhance the executive performance of students in various stages of schooling.

Cita sugerida: De la Barrera, M. y Rigo, D. Funciones Ejecutivas y Metacognición: un diálogo entre la Neuropsicología y la Psicología Educacional. 2019. Revista de Investigación *CRONÍA* 15 (19): 38-49

1. Algunos planteos iniciales

Desde algunos organismos oficiales (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICET, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, MINCyT) la formación de los niños y jóvenes se ubica entre las líneas prioritarias de investigación, atendiendo a la relevancia personal, cultural y social de la educación. Similares preocupaciones se manifiestan en documentos de la Conferencia Mundial de Educación, de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, Aichi-Nagoya (Japón) 2014 y en el documento de Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios. En ambos documentos, se parte de la idea de que la educación no puede por sí sola resolver los problemas sociales, sino que exige que paralelamente se produzcan determinadas transformaciones en otros ámbitos. Como bien lo destacan, no es suficiente con que la educación apueste por los valores democráticos, la justicia, la participación y la equidad si conjuntamente no existen iniciativas políticas, económicas y sociales que avancen en la misma dirección: la base de sociedades más justas es la educación equitativa, donde estén garantizados unos mínimos comunes de calidad para todos los alumnos.

En un mismo sentido, se postula que se tomen medidas urgentes para fortalecer y ampliar la Educación para el Desarrollo Sostenible, EDS, a fin de permitir a las generaciones actuales satisfacer sus necesidades, brindando conjuntamente a las generaciones futuras la posibilidad de satisfacer las suyas, aplicando un enfoque equilibrado e integrado de las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible.

Como podemos observar entonces, el potencial que encierra la EDS es infinito y contribuye a dotar a los educandos de los medios que les permitan transformarse a sí mismos y a la sociedad en la que viven, gracias al desarrollo de conocimientos, aptitudes, actitudes, competencias y valores necesarios para hacer frente a desafíos relacionados con la ciudadanía mundial y a retos contextuales locales actuales y futuros, como el pensamiento crítico y sistémico, la resolución analítica de problemas, la creatividad, el trabajo en colaboración, la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre, la comprensión de la interconexión de los desafíos mundiales y las responsabilidades que se derivan de dicho conocimiento (Metas, 2021; OEI, 2010; Conferencia Mundial de Educación, de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, Aichi-Nagoya, Japón, 2014).

Más concretamente, desde las áreas y temas prioritarios de la Universidad Nacional de Río Cuarto, se rescata el estudio y profundización en torno a las problemáticas educativas, culturales científicas y tecnológicas y las innovaciones en las formas de enseñanza y aprendizaje en distintos contextos para dichos fines (Res. CS 299/15, Universidad Nacional de Río Cuarto, UNRC).

Ante tales fundamentos, es que llevamos a cabo nuestra tarea de investigación, sosteniendo que semejantes desarrollos y desafíos irán construyéndose en el transcurso de experiencias y trayectos educativos, formales y no formales, desde los inicios hasta incluso niveles superiores, en contextos diversos.

En este marco, nos interesa avanzar en la integración de los aportes de las Neurociencias en el campo de la Psicología Educativa. A comienzos de esta década, Benarós, Lipina, Segretin, Hermida & Colombo (2010: 179) se preguntaban “¿Es posible establecer puentes que permitan reducir las brechas epistemológicas, conceptuales y metodológicas existentes entre neurociencias y educación? ¿Pueden los avances en el conocimiento del sistema nervioso traducirse en aportes productivos para el ámbito educativo? ¿Existen variables educativas susceptibles de guiar y enri-

quecer las investigaciones básicas y aplicadas en el ámbito de las neurociencias?”. Compartiendo tales inquietudes, intentamos avanzar en el trazado de esos puentes. Así, nos propusimos, y empezamos a trabajar en ello, contribuir a la integración de los aportes de la neurociencias en el estudio psicológico de los procesos de aprendizaje. De este modo, el estudio de las funciones ejecutivas (FE), en contextos diversos de educación, conforma el foco sobre el que estamos integrando dichos aportes.

2. Puentes entre Neurociencias y Psicología Educacional

Los estudios neurobiológicos de la conducta, que se llevan a cabo en nuestros días, cubren la distancia entre las neuronas y la mente. Existe una llana preocupación por cómo se relacionan las moléculas responsables de la actividad de las células nerviosas con la complejidad de los procesos mentales. Carnine (1995), hace algo más de veinte años atrás, ya se aventuraba a pensar que la investigación sobre el cerebro tendría repercusiones directas en la educación y, basándose en el trabajo del Premio Nobel de Medicina de 1972, Gerald Edelman, sobre la capacidad del cerebro humano para categorizar, postuló que esta capacidad podía ser la clave para comprender las diferencias individuales.

Queremos destacar además la importancia del rol que juega la experiencia en la construcción de la estructura de la mente. El desarrollo no es solamente un despliegue, por decirlo de algún modo, de patrones preprogramados; hay convergencia en un conjunto de investigaciones sobre algunas de las reglas que gobiernan o dirigen el aprendizaje, una de las más simples, por ejemplo es que la práctica incrementa el aprendizaje: en el cerebro, hay una relación similar entre la cantidad de experiencia en un ambiente complejo y el monto de cambio estructural (Posner & Rothbart, 2005).

Las investigaciones han demostrado que durante el desarrollo de nuevas vías neurales (Doetsch, 2005 & Schinder, 2002), nuestras sinapsis cambian todo el tiempo y es así como recordamos una y otra experiencia o vivencia. Hay quienes hablan de neuroeducación, entendida como el desarrollo de la neuromente durante la escolarización (Battro, 2002a), no como un mero híbrido de las neurociencias y las ciencias de la educación, sino como una nueva composición original.

Años después, Battro (2011) sostiene que no hay nada en el proceso educativo que sea ajeno al proceso neurocognitivo, afirmando que la educación es una capacidad propia de la especie humana que depende de la formidable complejidad de nuestra corteza cerebral. Con similar orientación tanto la UNESCO, en 2014, como Metas Educativas 2021, se refieren a las neurociencias en cuanto disciplina que involucra tanto a la biología del sistema nervioso, como a las ciencias humanas, sociales y exactas, que en conjunto representan la posibilidad de contribuir al bienestar humano por medio de mejoras en la calidad de vida durante todo el ciclo vital. Parece que existe, en efecto, un consenso acerca de que los diversos métodos utilizados por esta disciplina buscan dar respuestas acerca del modo en que la genética y los factores ambientales interactúan en el curso de la conformación del cerebro, la mente y el comportamiento.

Benarós *et al.*, (2010) señalan que la neurociencia cognitiva ha sido, probablemente, la que mayores contribuciones ha generado durante la última década en relación con los aportes potenciales a la educación. Como parte de sus objetivos, plantea el estudio integrado de las bases neurales de las representaciones mentales involucradas en diferentes procesos cognitivos, metacognitivos, emocionales y motivacionales. Es precisamente en la convergencia de la psicología cognitiva moderna y las ciencias del cerebro, donde se han empezado a considerar los procesos mentales como operaciones unificadas e instantáneas. Se piensa que cada proceso mental concreto (percibir, pen-

sar, aprender, recordar) es algo continuo e indivisible: la mente no existe fuera de las neuronas. Los diferentes hallazgos en relación con el fenómeno de plasticidad neuronal, entrenamiento cognitivo y aprendizajes (Álvarez & Wong, 2010; Berthier & Dávila, 2010) acentúan la importancia que tiene el neurodesarrollo y su impacto desde los primeros años, incluso antes del nacimiento, hasta edades más avanzadas.

A estos hallazgos, se le suman los aportes de las investigaciones acerca de la ecología del desarrollo humano, la cual comprende el estudio científico de la progresiva acomodación mutua entre un ser humano activo, en desarrollo y las propiedades cambiantes de los entornos inmediatos en los que vive, repercutiendo sus relaciones y contextos más amplios en este desarrollo. “Lo que cuenta para la conducta y el desarrollo es el ambiente, cómo se lo percibe más que cómo pueda existir en la realidad objetiva” (Gifre Monreal & Guitart, 2012: 81).

3. Qué son y por qué hablar de Funciones ejecutivas en educación

En el caso específico de las funciones ejecutivas (FE) que comprenden una serie de procesos cognitivos y metacognitivos, su desarrollo comienza a edades tempranas (Pérez & Capilla, 2011), la complejidad de la corteza prefrontal, que sería su substrato neuroanatómico, termina de madurar en su tamaño definitivo, conexiones y mielinización a los 22, 24 años (Pérez, Carbonari & Capilla, 2012; de la Barrera, 2011, Blakemore, 2007).

Más específicamente, Blakemore (2007) revela acerca del cerebro humano que la corteza prefrontal continúa desarrollándose hasta mucho después de la infancia. Esta región del cerebro es responsable de las funciones ejecutivas, tales como la capacidad para controlar los impulsos instintivos, la toma de decisiones, la planificación y anticipación del futuro, el control atencional, la capacidad para realizar varias tareas a la vez, la organización temporal de la conducta, el sentido de la responsabilidad hacia sí mismo y los demás.

Las funciones ejecutivas son las encargadas de llevar a cabo un conjunto de herramientas cognitivas que se ponen en juego durante los procesos de aprendizaje. En la revisión de la evolución ontogénica del sistema nervioso, se puede destacar la importancia del desarrollo de varios mecanismos cerebrales tales como la mielinización, los neurotransmisores, la plasticidad neuronal, los cuales son fundamentales para el funcionamiento del lóbulo frontal siendo éste indispensable en el surgimiento de las funciones ejecutivas y procesos de actividad intelectual. Justamente, las funciones ejecutivas, permiten un conjunto de funciones cognitivas complejas.

En la literatura neuropsicológica el término FE ha sido un concepto del cual se ha venido haciendo referencia durante años sin darle una terminología concreta. Es por ello que García Molina, Tirapu Ustároz & Roig Rovira (2007: 291), afirman que:

“Luria (1973) fue el primer autor que, sin utilizar este término –el cual le debemos a Lezak (1982) –, conceptualizó este término cuando refirió que pacientes con afectación frontal presentaban problemas de iniciativa y de motivación, se mostraban incapaces de plantear metas y objetivos y no diseñaban planes de acción en aras a lograr el objetivo deseado” Luria describe tres unidades funcionales básicas que componen el cerebro humano: sistema límbico y reticular (alerta y motivación); áreas corticales post-rolándicas (recepción, procesamiento y almacenamiento de información); y corteza prefrontal (programación, control y verificación de la actividad) (Luria, 1979: 79 en Barceló Martínez, *et al*, 2006). Aunque cada una cumple con una función específica y comprenda

estructuras determinadas, la participación de las tres unidades funcionales del cerebro es necesaria en todo tipo de actividad mental.

Alfonso, Luzondo & Papazian (2006:45) consideran que “las funciones ejecutivas son los procesos mentales mediante los cuales resolvemos deliberadamente problemas internos y externos. Los problemas internos son el resultado de la representación mental de actividades creativas y conflictos de interacción social, comunicativos, afectivos y motivacionales nuevos y repetidos. Los problemas externos son el resultado de la relación entre el individuo y su entorno”.

Es relevante también la conceptualización elaborada por Collette, Hogge, Salmon & Van Der Linden (2006, citado en Jurado, Matute & Rosselli, 2008:23) quienes exponen que “las funciones ejecutivas incluyen un grupo de habilidades cognoscitivas cuyo objetivo principal es facilitar la adaptación del individuo a situaciones nuevas y complejas yendo más allá de conductas habituales y automáticas”. Dentro de estas funciones ejecutivas ha sido incluida una gran variedad de destrezas tales como la capacidad de establecer metas, el desarrollo de planes de acción, la flexibilidad de pensamiento, la inhibición de respuestas automáticas, la autorregulación del comportamiento y la fluidez verbal (Anderson, 2002; Fisk & Sharp, 2004; citados en Jurado, Matute & Rosselli, 2008).

Hay autores que sostienen que las funciones ejecutivas “hacen referencia a una serie de mecanismos implicados en la optimización de los procesos cognitivos para orientarlos hacia la resolución de situaciones complejas” (Tirapu Ustárroz, Muñoz-Cespedes & Pelegrin-Valero, 2002; en García Molina, Tirapu Ustárroz & Roig Rovira, 2007: 291).

Tirapu Ustárroz *et al.*, (2012: 91) consideran que:

“las funciones ejecutivas se conciben como un conjunto de habilidades que se hallan implicadas en la generación, la supervisión, la regulación, la ejecución y el reajuste de conductas adecuadas para alcanzar objetivos complejos, especialmente aquellos que son considerados por el individuo como novedosos y precisan una solución creativa”. Es aquí donde podemos establecer la vinculación de ambos conceptos, FE y Metacognición. Las funciones ejecutivas que poseen el control consciente, intencional y deliberado, dirigido por metas, suelen llamarse *metacognición*. Ella hace referencia “a todos aquellos procesos que supervisan, planifican y verifican el funcionamiento netamente cognitivo y comportamental del organismo. Esto quiere decir que la función ejecutiva es un proceso mental de tipo metacognitivo, puesto que se encargan de guiar y regular la actividad mental y comportamental del ser humano”. (Cadavid Ruiz, 2008: 74).

Lo cierto es que desde la Psicología Educativa, metacognición implica la capacidad para reflexionar sobre los propios pensamientos y comportamientos. Incluso se postula que habilidades metacognitivas específicas como el autoconcepto (conocimiento de sí mismo) y el incremento de la autoconciencia (conciencia de sí mismo) se desarrollan en la adolescencia misma. Al parecer estos comportamientos van mejorando con la edad (Weil *et al.*, 2013). Va más allá de las habilidades mentales específicas, sino hace a todo el proceso que lo acompaña.

Concretamente, se refiere a cómo percibimos, comprendemos, aprendemos, recordamos y pensamos, se vincula con dos cuestiones puntuales. Por un lado, el conocimiento que las personas adquirimos en relación con el propio funcionamiento cognitivo (Flavell, 1981). Esto es, el conocimiento sobre su aprendizaje, sobre sí mismo como sujeto de aprendizaje (metas y estilos personales, enfoques hacia el estudio, atribuciones de éxito y fracaso académico, entre otros) el conocimiento de las tareas (reconocer qué me pide una consigna, con qué tipo de problema me enfrento) y el

conocimiento de las estrategias que se utilizan (soy bueno para graficar, me resulta difícil exponer oralmente, organizar la información a estudiar en un esquema me favorece adquirirla y recuperarla posteriormente...)

Por el otro lado, los procesos u operaciones de supervisión y de regulación que ejercemos sobre nuestra propia actividad cognitiva cuando nos enfrentamos con una tarea (Brown, 1978). Por ejemplo, evalúo si realmente organizar un contenido en un esquema me facilita aprender o entender dicha información. Específicamente, las acciones que permiten al propio aprendiz regular sus tareas de aprendizaje serían planificar (prever recursos, tiempos, procedimientos) controlar durante la ejecución (considerar si estoy aprendiendo, o si tengo que utilizar otro recurso, o cambiar de procedimiento...) y evaluar los resultados logrados (¿entendí todo, puedo dar ejemplos, explicar las relaciones?) (Mateos, 2001).

Debemos tener en claro que el conocimiento y la regulación metacognitiva están íntimamente relacionados puesto que nuestro conocimiento de nosotros mismos, de las tareas y de las estrategias contribuye a la autorregulación de las acciones que realizamos para aprender...una imagen ajustada de sí mismo como aprendiz permite regular mejor los procesos de aprendizaje (Monereo, 2000).

4. Topografía de las funciones ejecutivas y metacognición

Si bien ambos conceptos pueden estudiarse desde una aproximación puramente funcional, considerar su base anatómica proporciona una valiosa información respecto a su organización y funcionamiento. La localización cerebral del funcionamiento ejecutivo se corresponde neuropsicológicamente con “los lóbulos frontales, más específicamente con las áreas prefrontales, y sus conexiones recíprocas con otras zonas del corte cerebral y otras estructuras subcorticales” (Alonso, Papazian & Luzondo, 2006: 60).

“El córtex prefrontal representa en los seres humanos aproximadamente el 30% de la corteza cerebral, siendo la región cerebral con un desarrollo filogenético y ontogenético más reciente” (Muñoz Céspedes & Tirapu Ustárróz., 2001:132 en Sousa, 2011: 14).

Desde un punto de vista neuropsicológico, Flores Lázaro, Ostrosky-Solís (2008:48), sostiene que:

“los lóbulos frontales representan un sistema de planeación, regulación y control de los procesos psicológicos (Luria, 1986); permiten la coordinación y selección de múltiples procesos y de las diversas opciones de conducta y estrategias con que cuenta el humano; organizan las conductas basadas en motivaciones e intereses, hacia la obtención de metas que sólo se pueden conseguir por medio de procedimientos o reglas (Miller y Cohen, 2001). También participan de forma decisiva en la formación de intenciones y programas, así como en la regulación y verificación de las formas más complejas de la conducta humana (Luria, 1989)”..

La corteza prefrontal ocupa un lugar privilegiado para dirigir las funciones ejecutivas, puesto que es la región cerebral de integración por excelencia, gracias a la información que envía y recibe de todos los sistemas sensoriales y motores. (Tirapu Ustárróz, García Molina, Luna Lario, Vejo García & Ríos Lago, 2012).

Ardila & Ostrosky-Solis (2008) han elaborado una interesante hipótesis de trabajo señalando que en los lóbulos prefrontales del cerebro humano subyacen dos habilidades diferentes pero que es-

tán estrechamente relacionadas: La primera tiene que ver con solución de problemas, planeación, inhibición de respuestas, desarrollo e implementación de estrategias y memoria de trabajo y son reconocidas como las funciones ejecutivas tradicionales. Están relacionadas con el área prefrontal dorsolateral (Stuss y Knight, 2002 en Puebla Wuth, 2009) y pueden ser llamadas funciones ejecutivas metacognitivas. Estos centros neurales se desarrollan en etapas críticas durante la niñez, la pubertad y la adolescencia de las personas a medida que su interacción con el lenguaje se hace más compleja (Thompson *et al.*, 2000; Giedd, 2008; en Puebla Wuth, 2009) y requieren de apoyo externo para ser aprendidas correctamente.

La segunda, refiere a la cognición y la emoción, denotada por la habilidad de satisfacer los impulsos básicos siguiendo estrategias socialmente aceptables. En este sentido, la función principal del lóbulo prefrontal sería encontrar justificaciones aparentemente aceptables para los impulsos límbicos, lo que daría como resultado la emergencia de las 'funciones ejecutivas emocionales'. Se preocuparían principalmente de estos mecanismos ejecutivos las áreas prefrontales ventromediales.

Estos procesos se desarrollan durante la niñez y asientan principalmente en la adolescencia, 'engarzándose' con la cognición por acción del resto de la corteza prefrontal, generándose un continuo desarrollo de estas capacidades cognoscitivas que dan sentido y acción a nuestro comportamiento social y a nuestras emociones (Amodio & Frith, 2006 en Puebla Wuth, 2009).

Basándose en características citoarquitectónicas y de conectividad que plantea Peña-Casanova (2007), el córtex prefrontal se divide, a su vez, en regiones: circuito dorsolateral, circuito orbitofrontal y circuito cingulado.

El primero, está localizado en la parte alta y lateral del córtex frontal y recibe conexiones de los lóbulos temporales y parietales. Se encarga de llevar información acerca de la localización temporoespacial, reconocimiento de rostros, significado de los objetos, e interpretación de las emociones de los demás. Es por ello que juega un rol muy importante en el control, regulación e integración de la actividad cognitiva. Está involucrado, además, en el mantenimiento y focalización de la atención, control de la distractibilidad, y flexibilidad cognitiva.

El segundo, está situado en la parte más anterior del córtex frontal. Forma parte del circuito límbico y consta de dos subcircuitos: el orbitofrontal lateral y el medial orbitofrontal. Dichos circuitos integran información emocional y recuerdos de programas conductuales, como así también modulan la conducta social, incluyendo aspectos de empatía, moralidad, autocontrol y restricciones sociales.

El tercero, es considerado como parte del sistema límbico. Se encuentra involucrado en la regulación autónoma de la expresión emocional. Presenta un rol muy especial en la atención, arousal, emoción y motivación.

Como mencionamos anteriormente, el lóbulo frontal es la región que se encarga de planear, regular y controlar los procesos psicológicos y las conductas humanas complejas. Por otra parte, la región prefrontal es aquella que cobra mayor relevancia puesto a que se encuentra principalmente vinculada con la formación de la personalidad y la regulación de las emociones, debido a que dicha zona prefrontal es considerada un área de integración por excelencia, de los sistemas motores y sensoriales; y al mismo tiempo cumple con el rol de dirigir la actividad de las funciones ejecutivas.

Por todo lo expuesto, podemos concluir que la función ejecutiva es más que un complejo proceso cognitivo; es el resultado de múltiples conexiones cerebrales que posibilitan al ser humano no sólo el pensar en la mejor conducta posible sino, y por sobre todas las cosas, valorar, haciéndose cargo de su situación actual, de su historicidad y de su futuro (Mas Colombo, Risueño & Motta, 2003).

5. Componentes básicos del funcionamiento ejecutivo y su vinculación con el aprendizaje

Ylikoski & Hänninen (2003) agrupan a las funciones ejecutivas en cuatro dominios: 1) el deseo o la voluntad (anticiparse, la motivación, el comportamiento intencional), 2) la planificación (conceptualización, toma de decisiones, desarrollo de un plan en función de un esquema de ejecución), 3) una acción intencional, con un propósito (programación de actividades, el mantenimiento, integración y el alternar secuencias de comportamientos, la flexibilidad mental, la inhibición, el control de la atención y la memoria) y 4) el monitoreo o seguimiento (control del desempeño real o efectivo, de lo logrado, los aspectos cualitativos de regulación de la conducta, la utilización del feedback o retroalimentación).

Powell & Voeller (2004) proponen una subdivisión del concepto en subdominios en relación con : a) el control cognitivo, (que implica funciones como la memoria de trabajo, control de la atención, la planificación, el monitoreo, el razonamiento abstracto y la resolución de problemas, b) el control del comportamiento, incluyendo movimientos de iniciativa, control de impulsos, anticipación de consecuencias, entre otras funciones y, c) el control emocional, que abarca la modulación de la activación emocional, la modulación del humor, estrategias autotranquilizadoras.

Esta distinción entre un dominio más estrictamente cognitivo y otros que involucran aspectos más emocionales de la conducta se mencionan en la literatura internacional de la función ejecutiva como fría y caliente. Ardila (2008) llama a las funciones ejecutivas relacionadas con el dominio cognitivo propiamente dichas funciones ejecutivas metacognitivas (frío) y a las relacionadas con el control emocional las denomina funciones ejecutivas emocionales/motivacionales (caliente).

Por lo tanto, su vinculación con las estrategias que se llevan a cabo al momento de aprender es de primer orden, pues retomando a Alexander *et al.*, (1998) (citado en de la Barrera, Roca, Manes, Donolo & Rinaudo, 2011) se afirma que las estrategias que se utilizan al momento de aprender contenidos e información pueden ser comprendidas como *procedimentales, intencionales, esforzadas, voluntarias, esenciales y facilitativas*.

Con respecto al carácter procedimental, decimos que, en su forma más simple pueden ser definidas precisamente como procedimientos. El conocimiento procedimental puede estar referido tanto a algoritmos muy sencillos, aplicables a situaciones muy definidas, como a heurísticas más generales y necesarias para tratar con problemas complejos.

La intencionalidad, destaca el rasgo deliberado de los planes que se elaboran. En este sentido las estrategias están dirigidas a metas, tienden a dar respuesta a la conciencia de que es necesario llevar a cabo una acción determinada: revisar un escrito, organizar una información, leer un párrafo, visitar un sitio de web en internet, seleccionar algún artículo actual respecto de un área temática, entre otros.

El aspecto que se denomina esfuerzo, es característico del uso de estrategias puesto que las acciones que llevan a metas de aprendizaje requieren la orientación y uso deliberado de los recursos cognitivos para la ejecución efectiva y eficaz de los planes de acción trazados.

La voluntad hace al carácter deliberado del propio desempeño del sujeto durante la ejecución de la tarea. Esta particularidad es importante, porque hay evidencia de que muchas veces estudiantes que son capaces de reconocer necesidades y metas de desempeño, así como de conceptuar cursos de acción apropiados a ellas, no llegan, sin embargo, a comportarse estratégicamente si no tienen la voluntad de hacerlo.

La facilitación hace referencia al hecho de que si bien hay excepciones, se ha mostrado repetidamente que el uso de estos procedimientos mejora el desempeño académico. Este efecto benéfico de las estrategias se manifiesta por lo menos en dos vías: por un lado, se ha observado que los buenos estudiantes, y los de mayor experiencia son más estratégicos que aquellos que parecen menos competentes. Por otro lado, hay amplia literatura sobre entrenamiento en estrategias que da cuenta de las relaciones entre estos entrenamientos y progresos en el aprendizaje (Alexander *et al.*, 1998).

Por último, la esencialidad se refiere al carácter necesario de las estrategias, a su presencia en los comportamientos de personas expertas en un área. Esto es, no podría alcanzarse cierta idoneidad en matemáticas, lectura, historia, geografía o cualquier otro dominio académico sin la adquisición de procedimientos para obtener, organizar o transformar información o regular el propio desempeño.

Por todo lo expresado, decimos que el funcionamiento ejecutivo, la metacognición y ser estratégicos al momento de presentarse ante situaciones, contenidos, información es una de las características más *tremendamente* humanas, y propias de la especie.

6. Algunas consideraciones finales

Sabemos hoy que la relación entre funciones ejecutivas y metacognición es ineludible. Ambos son conceptos amplios y se complementan. Lo cierto es que si bien se ha evolucionado en las definiciones de los dos, aún hay imprecisiones. Sí ha quedado demostrado que ambos conceptos aluden a procesos de supervisión, de control y que la implicación de las capacidades metacognitivas y ejecutivas en el proceso de aprendizaje son indiscutibles, como así también lo es su vinculación con las dificultades al momento de aprender.

Por lo tanto podríamos aseverar que la metacognición correspondería entonces a un subsistema de control dentro del sistema cognitivo, cuyo objetivo sería supervisar, planificar y regular sus procesos; hace a un procesamiento de alto nivel que permite al individuo monitorear, supervisar, autorregular y desarrollar estrategias para mejorar su cognición (Jou & Sperb, 2006). La investigación con aprendices expertos en relación con la lectura, por ejemplo, demostró que la presencia de estrategias metacognitivas explica en gran medida la facilidad con la que aprenden.

En tanto que, según Cypel (2006), las funciones ejecutivas serían un sistema de funcionamiento neuropsicológico integrado por un conjunto de funciones responsables de iniciar y desarrollar una actividad con un objetivo determinado. Este sistema gestiona los efectos de la planificación de recursos cognitivo-conductuales y la regulación de la conducta.

Un aspecto central en las diferentes definiciones que se encuentran se refiere a la distinción entre las funciones propiamente cognitivas, por una parte, y las funciones de segundo orden, que son las responsables de proporcionar una organización integral a las primeras. Los diferentes recursos cognitivos y emocionales se mantienen entonces controlados e integrados por las funciones ejecutivas (Cypel, 2006; Lezak *et al.*, 2004; Powell & Voeller, 2004; Santos, 2004; Ylikoski & Hänninen, 2003 citados en Corso *et al.*, 2013).

Por lo tanto, estos procesos no sólo están presentes durante el procesamiento cognitivo, sino también en las decisiones personales y las interacciones sociales con la intervención, entre otros aspectos, del deseo y la motivación. No obstante en el proyecto marco del que surge el escrito el acento estuvo puesto en escenarios educativos.

7. Referencias bibliográficas

- Alfonso, I., Papazian, O y Luzondo, R J. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista Neurológica*, vol. 42, n° 3, p. 45. En <http://www.publicacions.ub.es/refs/Articles/trastornsfe.pdf>. Consultado: 16/05/08.
- Álvarez, M. A. y Wong, A. (2010). Neurociencias y comunidad: la oportunidad del neurodesarrollo, *Revista Psiencia*, 2 (1), 30-33.
- Áreas y Temas Prioritarios de Investigación. Universidad Nacional de Río Cuarto. Res. 299/15, UNRC.
- Barceló Martínez, E., Lewis Harb, S., y Moreno Torres, M. (2006) Funciones ejecutivas en estudiantes universitarios que presentan alto y bajo rendimiento académico. *Psicología Caribe*. N° 18. Disponible en: <http://pepsic.bvs-psi.org.br/scielo.php?script=sci> Consultado: 16/07/08.
- Battro, A. (2011) Neuroeducación. El cerebro en la escuela. En Lipina, S. y M. Sigman, *La pizarra de Babel. Puentes entre neurociencia, psicología y educación*. Libros Del Zorzal. Argentina.
- Battro, A. 2002a Cerebro, mente y espíritu. Nota periodística. 20/01/02. URL: http://buscador.lanacion.com.ar/show.asp?nota_id=368026&high=neuropsicología 2002. Consultado: 04/10/02.
- Benarós, S., Lipina, S., Segretin, M., Hermida, M. y Colombo, J. (2010) Neurociencias y educación: hacia la construcción de puentes interactivos. *Revista de Neurología* 50 (3): 179-186.
- Berliner, D. y Calfee, R. (1996) *Handbook of educational psychology*. Nueva York: Macmillan.
- Berthier, M. y Dávila, G. (2010) Anticipando el futuro: diagnóstico de la enfermedad de Alzheimer en las fases predemencia y prodrómica. *Revista de Neurología*, 51 (8): 449-450.
- Blakemore, S. (2007). *Cómo aprende el cerebro*. Barcelona, Ariel.
- Brown, A. L (1978) Knowing When, Where and How to Remember: A Problem of metacognition R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ (1978), pp. 77-165.
- Cadavid Ruiz, N. (2008). Neuropsicología de la construcción de la función ejecutiva. Tesis doctoral Departamento de psicología básica, psicobiología y metodología de las ciencias del comportamiento Facultad de psicología. Universidad de Salamanca. España.
- Carnine, D. (1995). The professional context for collaboration and collaborative research. *Remedial & Special Education*, 16.: 35-44.
- Corso, H., Sperb, T., Inchausti de Jou, G., Fumagalli Salles, J. (2013). Metacognição e Funções Executivas: Relações entre os Conceitos e Implicações para a Aprendizagem. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 29 (1), 21-29.
- Cypel, S. (2006). *O papel das funções executivas nos transtornos da aprendizagem*. In N. Rotta, L. Ohlweiler, & R. Riesgo (Eds.), *Transtornos da aprendizagem – Abordagem neurobiológica e multidisciplinar*. Porto Alegre: Artmed. 375-387.

de la Barrera, M. L (2011). Tareas de estudio, regulación y funciones ejecutivas en alumnos universitarios. V Congreso Marplatense de Psicología, organizado por la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Pág. 1 a 9. ISBN 978-987-544-391-4

de La Barrera, M., Roca, M., Manes, F., Donolo, D. y Rinaudo, M. (2011) *Cerebro, Aprendizaje y Educación...Why not?*. Serie Psicología Educativa Danilo Donolo - María Cristina Rinaudo Editores. EFUNAR. Editorial de la Fundación de la Universidad Nacional de Río Cuarto. 1ª ed. -, 2011. 347. Doetsch, F. y Hen, R. (2005). Young and excitable: the function of new neurons in the adult mammalian brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 15: 121-128.

Educadores por la sostenibilidad (2009). METAS EDUCATIVAS 2021: La preparación ciudadana para la sostenibilidad como elemento clave de la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios. Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien., 6(2): 317-318.

Flavell, J. H. (1981) *Cognitive Monitoring*. In W. P. Dickson (Ed.), *Children's Oral Communication* (pp. 35-60). New York: Academic Press.

Flores Lázaro, J, Ostrosky-Solís. (2008). Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias.*, Vol.8, No. 1, pp. 47-58.

Franco, J, Sousa, L. (2011) Lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas. *Revista Del Hospital Privado de Comunidad. Buenos Aires. Argentina*. En:<http://www.hpc.org.ar/images/revista/799-REVHPC14N1-14-SOUSA.pdf>. Consultado: 22/07/12

García-Molina, A., Tirapu-Ustárrroz, J; Roig-Rovira, T. (2007). Validez ecológica en la exploración de las funciones ejecutivas. *Anales de Psicología*. Vol. 23. Nº2. Murcia. España. En: <http://revistas.um.es/analesps/article/view/22251/21531>. Consultado: 11/07/12.

Gifre Monreal, M. y Guitart, M. (2012). Consideraciones educativas de la perspectiva de Urie Bronfenbrenner., *Contextos Educativos*, 15. 79-92.

Jou, G. y Sperb, T. (2006). A Metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 19 (2), 177-185.

Jurado, M. B., Matute, E y Rosselli, M. (2008). Las funciones ejecutivas a través de la vida. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*. Vol. 8. Nº 1. Pág. 23-46.

Mas Colombo, E; Risueño A; Motta I. (2003). Función ejecutiva y conductas impulsivas. Congreso Virtual de Psiquiatría Interpsiquis.

Mateos, .M. (2001) *Metacognición y Educación*. Buenos Aires, Aique. Cap.1:19-37.

Monereo, C. (Coord), (2000) *Estrategias de Aprendizaje*. Madrid. Aprendizaje Visor.

Pérez, E. y Capilla, A. (2011). *Neuropsicología infantil*. En Tirapu Ustárrroz, J., M. Ríos Lagos y F. Maestú Unturbe (Edit.) *Manual de Neuropsicología*. 2ª Edición. Viguera Editores. Barcelona. España.

Pérez, E., Carboni. A. y Capilla, A. (2012). Desarrollo anatómico y funcional de la corteza prefrontal. En Tirapú Ustárrroz, J., García Molina, A., Ríos Lago, M y Ardila Ardila, A. (Edit.) *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*. Viguera Editores, Barcelona, España.

Posner, M. y Rothbart, M. (2005). Influencing brain networks: implications for education. *Trends in Cognitive Sciences*, 9 (3): pp. 15-40.

Powell, K. B., y Voeller, K. K. S. (2004). Prefrontal executive function syndromes in children. *Journal of Child Neurology*, 19, 785-797.

Puebla Wuth, R. S. (2009). Las Funciones cerebrales del aprendiendo a aprender (Una aproximación al sustrato neurofuncional de la Metacognición). *Revista Iberoamericana De Educación*, 50(3), 1-10. Recuperado a partir de <https://rieoei.org/RIE/article/view/1865>

Schinder, A. (2002). Develan una de las incógnitas del cerebro. Artículo periodístico de La Nación. URL: http://lanacion.com.ar/02/03/07/sl_378923.asp?... 2002. Consultado: 7/03/02.

Sousa, D. (2011). Mind, brain and education: the impact of educational neuroscience on the science of teaching. *Learning Landscapes* 5 (1), 37- 43. URL: <http://www.learninglandscapes.ca/images/documents/ll-no9-final-lr-2.pdf>. Consultado: 19/10/15.

Tirapu Ustárroz, J., García Molina, A., Luna Lario, P., Verdejo García, A., Ríos Lago, M. Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. En Tirapú Ustarroz, J., García Molina, A., Ríos Lago, M y Ardila Ardila, A. (2012) *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*. Viguera Editores, Barcelona, España.

UNESCO (2014) Declaración de Aichi-Nagoya sobre la Educación para el Desarrollo Sostenible. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf>. Consultado: 14/10/2015.

Weil, L., Fleming, S., Dumontheil, I., Kilford, E., Weil, R. Rees, G., Dolan, R., Blakemore, S. (2013). The development of metacognitive ability in adolescence. *Consciousness and Cognition*, 22, 264–271.

Ylikoski, R., y Hänninan, T. (2003). Assessment of executive function in clinical trials. *International Psychogeriatrics*, 15, 219-224.