

## CORRELATOS NEUROPSICOLÓGICOS DEL BAJO RENDIMIENTO EN MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE PSICOLOGÍA: EL PAPEL DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

José Gabriel Sánchez R., E. Alejandro Escotto C., Julieta Becerra C., Julieta Ma. de L. García P., Ma. del Socorro Contreras R., Ana Ma. Baltazar Ramos

FES Zaragoza - Universidad Nacional Autónoma de México

México

josegsr@unam.mx; aescotto@unam.mx; juveka\_mx@yahoo.com.mx

**Resumen.** El propósito de este estudio fue encontrar diferencias en las funciones ejecutivas entre estudiantes con bajo rendimiento en matemáticas y estudiantes con alto rendimiento. Funciones ejecutivas es un concepto de la neuropsicología que agrupa a un conjunto de capacidades relacionadas con la planeación, la iniciación de la actividad, la autorregulación y el uso de la retroalimentación. En este estudio se exploraron los posibles déficits en las funciones ejecutivas mediante el Cuestionario Disejecutivo. Participaron 295 estudiantes universitarios. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas, entre ambos grupos de estudiantes, en todas las habilidades de las funciones ejecutivas. Aunque esto sugiere que el rendimiento en matemáticas, en los estudiantes universitarios, podría no estar directamente relacionado con las funciones ejecutivas, es necesario e importante explorar trastornos en ellas con pruebas neuropsicológicas más especializadas para confirmar los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** funciones ejecutivas, neuropsicología del aprendizaje, rendimiento en matemáticas

**Abstract.** This research was aimed at finding differences in deficit of executive functions between university students with low academic achievement in mathematics and students with high academic achievement. Executive functions are a neuropsychology concept that comprises a whole of cognitive abilities that includes, for example: goal selection, planning, initiation of activity, self regulation and use of feed-back. The deficits in executive functions were explored with Dysexecutive Questionnaire. A sample of 295 students participated in the study. The results showed that, in general, concerning the state of the executive functions there are no significant differences between the two groups of students in all abilities of executive functions. This suggests that achievements in mathematics, in university students, may not be directly related to the executive functions. However, is necessary and important to explore possible disorders in executive functions with more specialized neuropsychological tests to confirm the results obtained.

**Key words:** executive functions, neuropsychology of learning, achievement in mathematics

### Introducción

De acuerdo a Sánchez, Becerra, García y Contreras (2010a) para comprender el papel de los factores que intervienen facilitando o bloqueando el aprendizaje escolar, la investigación se ha conducido abordando variables distales (Carvallo, Caso y Contreras, 2007), por un lado o, por otro, variables personales (Papanastasiou, 2000). En el primer grupo de variables se encuentran, por ejemplo, el nivel socioeconómico, la escolaridad de los padres y el entorno familiar. En cambio en el segundo bloque se ubican las creencias, los afectos, las actitudes, la motivación al estudio, las atribuciones causales, el autoconcepto (Sánchez, Becerra, García y Contreras, 2010b) y la dimensión afectiva entre otras. A pesar de que la investigación se ha realizado desigualmente en factores de uno y otro grupo, en algunos se ha corroborado más

sólidamente su papel en el rendimiento escolar en algunas asignaturas, pero en ciertos factores se requiere más evidencia que sugiera su relación con el rendimiento.

Por ejemplo, se ha documentado, aunque insistimos diferencialmente dado el desigual interés en cada caso, el papel de distintas variables sobre el rendimiento en matemáticas como de las creencias y concepciones, de la motivación, de variables afectivas, de las creencias y las actitudes hacia las matemáticas, del dominio afectivo la autoestima, la autoconfianza y la ansiedad hacia las matemáticas (González-Pienda, Núñez, Glez.-Pumariega y García, 1997), entre otras.

Sin embargo, al analizar de manera general los resultados hasta ahora obtenidos en algunas investigaciones realizadas, en tanto que a veces son sutiles las diferencias en las características de algunas variables entre los alumnos con bajo rendimiento en comparación con los alto rendimiento o a veces algunas variables parecen no influir significativamente en el rendimiento (Tárraga, 2008), podemos presuponer que la problemática en el aprendizaje o rendimiento en matemáticas, y otras asignaturas de la misma área (e. g., estadística y álgebra), no es un fenómeno unifactorial. Es decir, que en el rendimiento en matemáticas podría conjugarse el papel de variables distales y personales del alumno.

De esta manera surge la necesidad de desarrollar trabajos enfocados en variables que han recibido poca atención, sobre todo tomando en cuenta lo preocupante que resulta el bajo rendimiento estudiantil en matemáticas, y la relevancia de una educación o alfabetización en matemáticas, tanto en lo personal como en el desarrollo de un país. En México, según los resultados reportados por la Secretaría de Educación Pública del Gobierno Federal de evaluaciones académicas nacionales como las de ENLACE, la situación del bajo logro en matemáticas es particularmente preocupante.

### **Algunos aspectos teóricos**

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos hasta ahora al abordar una temática poco explorada en este campo (cf., Hamdy, 1990): algunos correlatos neuropsicológicos del aprendizaje de matemáticas, especialmente los relativos a las funciones ejecutivas (Pineda, 2000; entre otros). Aunque algunos autores antes ya habían insinuado la necesidad de tomar en cuenta los aspectos neurobiológicos en la conducta de logro académico y propuesto una combinación de factores contextuales con inherentes al estudiante para explicar el éxito académico. Estudios como este tienen sentido al admitir la importancia de ofrecer evidencia de los distintos aspectos que inciden en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

La neuropsicología se define como una rama de las neurociencias que estudia las relaciones entre el cerebro y la conducta tanto en sujetos normales como en aquellos que han sufrido algún daño cerebral. Se le identifica como una disciplina limítrofe entre la psicología y la neurología encargada de estudiar las funciones cerebrales superiores, por lo tanto se enfoca preferentemente, pero no exclusivamente, en el estudio de las áreas de la corteza asociativa, en general del cerebro. Dichas áreas corticales son muy susceptibles de sufrir deficiencias o daños. Uno de los primeros problemas que estudió la neuropsicología fue la afasia que se caracteriza como la pérdida de la capacidad para producir o comprender el lenguaje, debido a lesiones de diverso tipo en áreas cerebrales especializadas en estas tareas.

Específicamente, en este trabajo se exploraron las diferencias entre alumnos universitarios de alto y bajo rendimiento en matemáticas en un conjunto de capacidades denominado funciones ejecutivas (FE), cuya sede principal en el sistema nervioso central son los lóbulos frontales del cerebro, más específicamente las regiones anteriores, o áreas prefrontales, y sus conexiones con otras zonas corticales y subcorticales, como el cerebelo, el núcleo amigdalino y el diencefalo. La razón de explorar las FE fue porque son esenciales para las funciones cognitivas superiores que regulan la conducta cognitiva, emocional y social de un sujeto. Además, porque con este concepto la neuropsicología contribuye significativamente a la explicación de alteraciones cuya base no es de naturaleza estrictamente psicológica ni ambiental sino que podría radicar en el cerebro. El propósito del trabajo fue obtener datos de posibles factores neuropsicológicos relativos a las FE que podrían estar debilitados en los estudiantes con mal rendimiento en matemáticas.

El concepto de funciones ejecutivas fue introducido inicialmente al ambiente científico por Fuster, posteriormente lo reconceptualizó Luria, relacionándolo con el de funciones intelectuales, y más recientemente lo popularizó Lezak (Barceló, Lewis y Moreno, 2006). Es importante destacar que a partir de Luria se desarrolló toda una conceptualización en torno al funcionamiento ejecutivo.

Aunque varios autores han estudiado y definido las funciones ejecutivas, coincidiendo sistemáticamente en que estas consisten en habilidades o capacidades cognitivas de orden superior mediante las cuales un individuo consigue un objetivo y en que son una actividad propia de los lóbulos frontales, la definición de Pineda (2000, cit. por Barceló et al., 2006) destaca porque caracteriza detalladamente sus componentes:

(Las funciones ejecutivas)...permiten la anticipación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y la monitorización de las tareas, la selección precisa

de los comportamientos y las conductas, la flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y su organización en el tiempo y en el espacio para obtener resultados eficaces en la resolución de problemas (p. 115).

Especialmente, la conceptualización de Pineda abre la posibilidad de presuponer explicaciones sobre las dificultades en el rendimiento escolar diferentes a las que lo atribuyen a fenómenos psicológicos como el desinterés del estudiante, su falta de motivación o a su inadaptación al entorno escolar, entre otros. Sin embargo, poca investigación se ha realizado en esta línea, aún menos enfocada hacia algunas asignaturas en particular. Por lo tanto, no hemos localizado ninguna investigación reportada realizada con esta perspectiva en el ámbito de la matemática educativa, tocante al tema de matemáticas.

Para evaluar la función cerebral frontal se ha diseñado un número importante de pruebas neuropsicológicas, entre otros las pruebas de clasificación de tarjetas de Wisconsin, la prueba de diseños, el test de fluidez verbal, la organización del aprendizaje, la torre de Hanoi o de Londres, el test de conflicto palabra color o la prueba de Stroop y la prueba de apertura de caminos (Trail making test) (Tirapu, Rios, Maestú y Arnau, 2011). Además, de la tecnología que se emplea en la exploración clínica, como el electroencefalograma, la resonancia magnética, etc. Sin embargo, en la mayoría de los casos requieren una considerable experiencia en ello. Una manera más práctica de aproximarse a los problemas en las funciones ejecutivas es evaluando sus disfunciones, específicamente el síndrome disejecutivo que involucra alteraciones del lóbulo frontal y se caracteriza por déficit de atención, fallas en la planificación y anticipación, déficit en las abstracciones y otras manifestaciones conductuales (Barceló et al., 2006). Para esto Wilson, Alderman, Burgess, Emslie y Evans (1996) propusieron el Cuestionario Disejecutivo (DEX).

### **Método**

En el estudio participaron inicialmente 294 alumnos de la Carrera de Psicología de un campus de la UNAM, todos estaban inscritos por primera vez en el primer semestre, es decir, ninguno estaba en la condición de recursador. Los estudiantes tomaban el curso curricular de matemáticas y estadística cuyo contenido abarcó las unidades de álgebra, conjuntos y estadística descriptiva. Fueron escogidos por su disponibilidad en los días que se programó y realizó la evaluación de la variable del estudio. El criterio para agruparlos en la condición de bajo rendimiento fue obtener una calificación final en el curso de 5 o 6, y de alto rendimiento una calificación de 9 o 10. Asimismo, su bajo rendimiento se confirmó con la puntuación que en el Test de Razonamiento Lógico (Acevedo y Oliva, 1995, versión española del TOLT de Tobin y Capie). De este modo, el grupo de bajo rendimiento lo conformó el 38 % de la

muestra total de estudiantes y el 12.5% el grupo de alto rendimiento. Una vez seleccionados de esta forma quedaron en el estudio 194 alumnos. Cabe mencionar que de los 294 participantes iniciales más del 60% logró una calificación máxima de 7 en el curso de matemáticas, el 4.7% una calificación de 10 y ninguno mostraba condiciones biológicas discapacitantes, como deficiencia sensorial o retraso mental.

### Instrumentos

Para evaluar los déficits en las funciones ejecutivas se aplicó el Cuestionario Disejecutivo (DEX), el cual es un suplemento de un grupo o batería de pruebas neuropsicológicas llamada Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS) diseñada por Wilson, Alderman, Burgess, Emslie y Evans (1996). La BADS consta de seis tests diseñados para evaluar los efectos del síndrome disejecutivo que procuran eludir la pobre validez ecológica habitual en las medidas neuropsicológicas clásicas. A partir de estos tests se calcula un perfil neuropsicológico. El DEX es un cuestionario de 20 ítems que se responden en un formato tipo Likert de 5 puntos (entre 'nunca' y 'con mucha frecuencia'), para evaluar específicamente: problemas en el pensamiento abstracto, impulsividad, fabulación, problemas de planificación, problemas de secuenciación temporal, falta de insight, apatía, desinhibición, dificultades en el control de los impulsos, falta de interés, perseveración, inquietud, falta de habilidad para inhibir respuestas, disociación entre conocimiento y respuesta, distractibilidad, pobre habilidad en la toma de decisiones y falta de interés por las reglas sociales. El tipo de reactivos que contiene es el siguiente:

- ❖ *Tengo dificultades para tomar decisiones, o decidir lo que quiero hacer.*
- ❖ *Tengo dificultad para pensar cosas con antelación o para planificar el futuro.*
- ❖ *Tengo problemas para entender lo que otros quieren decir, aunque digan las cosas claramente.*

En el estudio de sus propiedades psicométricas, confiabilidad y de validez, se ha postulado que sus componentes se enfocan a la valoración de memoria ejecutiva, inhibición de respuestas, regulación, entre otras (Chaytor y Schmitter-Edgecombe, 2007; entre otros). El DEX ha mostrado una confiabilidad de .91 y .87 (Pedrero-Pérez, Ruiz Sánchez de León, Rojo, Llanero, Olivar, Bouso y Puerta, 2009; Pedrero-Pérez, Ruiz-Sánchez de León, Lozoya-Delgado, Llanero-Luque, Rojo-Mota y Puerta-García, 2011, respectivamente), así como validez con una varianza total explicada de 60.37% (Pedrero-Pérez et al, 2009). En este trabajo se evaluó la confiabilidad y validez del instrumento. Se observó una confiabilidad, con el alfa de Cronbach, de .88 y una validez, calculada con un análisis factorial, para una estructura penta factorial de 32.70%, de varianza total explicada.

## Procedimiento

Se aplicó el cuestionario DEX como prueba de screening a todos los participantes. Se estableció como principal criterio de exclusión para participar en el estudio que el estudiante estuviera repitiendo el curso de matemáticas. Se consultó su historial académico para determinar el tipo de rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes.

## Resultados

El análisis de los datos se realizó comparando, entre los grupos de alto y bajo rendimiento en matemáticas, tanto las frecuencias relativas observadas en cada uno de los puntos de la escala del cuestionario DEX para cada ítem, como las puntuaciones promedio obtenidas. Los resultados sugieren diferencias en algunos componentes de las funciones ejecutivas entre los dos grupos de participantes, los cuales parecen estar asociados al rendimiento académico en matemáticas, dependiendo del tipo de análisis estadístico realizado.

Por ejemplo, respecto a las puntuaciones promedio obtenidas en cada reactivo del DEX (Tabla 1) y considerando la función neuropsicológica que evalúa cada uno de ellos (del 1 al 20 respectivamente, *problemas en el pensamiento abstracto*, impulsividad, *fabulación*, *problemas de planificación*, *euforia*, *problemas de secuenciación temporal*, *falta de insight*, *apatía*, *desinhibición*, *problemas en el control de impulsos*, *respuestas afectivas superficiales*, *agresión*, *falta de interés*, *perseveración*, *inquietud*, *falta de habilidad para inhibir respuestas*, *disociación entre conocimiento y respuesta*, *distractibilidad*, *escasa habilidad en la toma de decisiones*, *falta de interés en las reglas sociales*; se pusieron en cursiva las que están más vinculadas en nuestro juicio con tareas académicas, en particular relativas a la solución de problemas), aunque en la mitad de todos los reactivos las diferencias sugieren trastornos de disejecución en los estudiantes de bajo rendimiento y en los demás reactivos en los de alto rendimiento, sólo hay diferencias significativas entre ambos grupos en el reactivo 12 (*agresión*) y en el 7 (*falta de insight*) ( $t = 1.82, p < .05$ ;  $t = 1.67, p < .05$ ; respectivamente). En el primer reactivo con una puntuación más alta en el de alto rendimiento. En el reactivo 7 el déficit se encontró en el grupo de bajo rendimiento.

El análisis de frecuencia, consistente en examinar la distribución de las respuestas de los alumnos en cada uno de los reactivos de DEX, sugiere en cambio que las diferencias principalmente se hallan en el ítem 4 (*problemas de planificación*), 6 (*problemas de secuenciación temporal*), en el 10 (*dificultades de control de intencionalidad*) y 14 (*perseveración o memoria ejecutiva*). En todos los casos apuntando a déficits en los alumnos de bajo rendimiento.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos, como se ha indicado, sugieren sólo diferencias en algunas de las habilidades de las funciones ejecutivas de acuerdo al tipo de rendimiento en matemáticas de los estudiantes. Si bien hay poca investigación en el tema, la tendencia de nuestros resultados coincide con los de Barceló et al (2006), en el sentido de que ellos encontraron diferencias según el rendimiento académico de los estudiantes únicamente en la prueba neuropsicológica que mide flexibilidad conceptual, y no en otras, lo cual está relacionado con perseveración, rigidez y tendencia al fracaso en tareas novedosas.

Tabla I. Estadísticos en el Cuestionario DEX por tipo de rendimiento en matemáticas de los participantes

Ítem	Grupo	Media	Desviación estándar
1	Bajo rendimiento	.89	.583
	Alto rendimiento	1.25	.866
2	Bajo rendimiento	1.33	1.188
	Alto rendimiento	1.00	.853
3	Bajo rendimiento	.39	.502
	Alto rendimiento	.25	.452
4	Bajo rendimiento	.83	.924
	Alto rendimiento	.92	.669
5	Bajo rendimiento	.94	.802
	Alto rendimiento	1.33	1.073
6	Bajo rendimiento	.72	.826
	Alto rendimiento	.50	.674
7	Bajo rendimiento	.83	.924
	Alto rendimiento	.50	.522
8	Bajo rendimiento	1.39	.979
	Alto rendimiento	1.08	.900
9	Bajo rendimiento	.67	.686
	Alto rendimiento	.75	.754
10	Bajo rendimiento	1.33	1.138
	Alto rendimiento	.75	.866
11	Bajo rendimiento	.72	.958
	Alto rendimiento	1.17	.718
12	Bajo rendimiento	.94	1.162
	Alto rendimiento	1.67	.888
13	Bajo rendimiento	1.11	1.132
	Alto rendimiento	1.50	1.243
14	Bajo rendimiento	1.00	.907
	Alto rendimiento	1.58	1.084
15	Bajo rendimiento	1.94	1.552

	Alto rendimiento	1.83	1.115
16	Bajo rendimiento	1.33	1.283
	Alto rendimiento	1.17	.835
17	Bajo rendimiento	1.17	1.043
	Alto rendimiento	1.50	.674
18	Bajo rendimiento	2.39	2.062
	Alto rendimiento	1.50	1.087
19	Bajo rendimiento	1.17	1.098
	Alto rendimiento	1.67	.651
20	Bajo rendimiento	2.39	1.195
	Alto rendimiento	2.17	1.115

Tomando en cuenta la adecuada confiabilidad y validez del Cuestionario DEX observada en este estudio es viable considerar la búsqueda de las causas del nivel de rendimiento en matemáticas en otras variables contextuales y personales del alumno. Sin embargo, también se considera conveniente evaluar las funciones ejecutivas, es decir los correlatos biológicos del aprendizaje, empleando pruebas neuropsicológicas más especializadas, por ejemplo baterías de pruebas (cf., Flores y Ostrosky-Solís, 2008) para descartar o confirmar el papel de esta variable en el rendimiento en matemáticas de los estudiantes.

Trabajo financiado por la DGAPA-PAPIME, UNAM (Proyecto No. PE302111).

### Referencias bibliográficas

- Acevedo, D. J. A., y Oliva, M. J. Ma. (1995). Validación y aplicaciones de un test de razonamiento lógico. *Revista de Psicología General y Aplicada*. 48 (3); 339-351.
- Barceló, M. E., Lewis, H. S., y Moreno, T. M. (2006). Funciones ejecutivas en estudiantes universitarios que presentan bajo y alto rendimiento académico. *Psicología desde el Caribe*. 18; 109-138.
- Carvalho, P. M., Caso, N. J. y Contreras, N. L. A. (2007). Estimación del efecto de variables contextuales en el logro académico de estudiantes de Baja California. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. 9 (2), 1-15.
- Chaytor, N., y Schmitter-Edgecombe M. (2007). Fractionation of the dysexecutive syndrome in a heterogeneous neurological sample: comparing the Dysexecutive Questionnaire and the Brock Adaptive Functioning Questionnaire. *Brain Inj*; 21: 615-21.
- Flores, L. J. C., Ostrosky-Solís, F., y Lozano, A. (2008). Batería de Funciones Frontales y Ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8 (1), 141-158.



- González-Pianda, J. A., Núñez Pérez, J. A., Glez.-Pumariega, S., y García. G. M S. (1997). Autoconcepto, autoestima y aprendizaje escolar. *Psicothema*, 9 (2); 271-289.
- Hamdy, A. El-F. (1990). Tendencias of learning thinking styles and affect of mathematics learning. *Proceedings Fourteenth PME Conference*. Cd. de México, Julio 15 a 20.
- Papanastasiou, C. (2000). Internal and external factors affecting achievement in mathematics. *Studies in Educational Evaluation*, 26, 1-7.
- Pedrero Pérez, E. J.; Ruiz Sánchez de León, J. M.; Rojo, M. G.; Llanero, L. M.; Olivar, A. A.; Bouso, S. J. C; Puerta, G. C. (2009). Versión española del cuestionario disejecutivo (dex-sp): propiedades psicométricas en adictos y población no clínica. *Adicciones*, 21 (2): 155-166.
- Pedrero-Pérez, E. J.; Ruiz-Sánchez de León, J. M.; Lozoya-Delgado, P.; Llanero-Luque, M.; Rojo-Mota, G.; Puerta-García, C. (2011). Evaluación de los síntomas prefrontales: propiedades psicométricas y datos normativos del cuestionario disejecutivo (DEX) en una muestra de población española. *Revista de Neurología*. 52 (7): 394-404.
- Pineda, D. (2000) La función ejecutiva y sus trastornos. *Revista de Neurología*, 30 (8) 764.
- Sánchez, R. J. G., Becerra, C. J., García, P. J., y Contreras, R. Ma. del S. (2010a). La dimensión afectiva y el rendimiento en estadística en estudiantes universitarios. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 23, 429-437.
- Sánchez, R. J. G., Becerra, C. J., García, P. J., y Contreras, R. Ma. del S. (2010b, Julio). *Influencia del autoconcepto del alumno sobre el aprendizaje de la estadística. Una experiencia en estudiantes de la Carrera de Psicología*. Trabajo presentado en la 24ª. Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, Cd. de Guatemala, Guatemala.
- Tárraga, M. R. (2008). Relación entre rendimiento en solución de problemas y factores afectivo-motivacionales en alumnos con y sin dificultades del aprendizaje. *Apuntes de Psicología*. 26 (1); 143-148.
- Tirapu, U, J., Rios, L. M., Maestú, U. F., y Arnau, E. (2011). *Manual de Neuropsicología*. Barcelona (España): Viguera.
- Wilson, B.A., Alderman, N., Burgess, P.W., Emslie, H. y Evans, J, J. (1996). *Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome*. Bury St. Edmunds, UK: Thames Valley Test.