

Función ejecutiva adolescente: un desafío neurocognitivo para la Educación Superior

Adolescent executive function: a neurocognitive challenge for higher education

Alina Wong Carriera¹, Diego D. Díaz-Guerra², Evelyn Fernández Castillo³

Lillitsy Rosario Pérez⁴

¹Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior (CEPES),

Universidad de La Habana, Cuba,

Correo: alina@rect.uh.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9657-0301>

^{2,3}Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

²Correo: ddguerra@uclv.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5169-838X>

³Correo electrónico: efernandez@uclv.edu.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9721-3568> efernandez@uclv.edu.cu

⁴Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior (CEPES), Universidad de La Habana, Cuba,

Correo: lillitsy.rosario@cepes.uh.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6621-3357>

Recibido: 30 de abril de 2025

Aprobado: 9 de julio de 2025

Resumen

El dominio neurocognitivo de Función Ejecutiva permite autorregular el comportamiento humano en situaciones de aprendizaje y toma de decisión. En la Educación Superior, los nuevos estudiantes universitarios que comienzan a formarse como ingenieros, arquitectos y en otras especialidades, afrontan altas exigencias de autorregulación del comportamiento para el aprendizaje profesional. Esto ocurre al final de la adolescencia, etapa del neurodesarrollo de gran complejidad. El objetivo es explicar la complejidad neurobiológica de la FE en la adolescencia, etapa del neurodesarrollo al final de la cual suele comenzarse la formación universitaria, afrontando altas exigencias de autorregulación del comportamiento.



Se realiza una revisión narrativa de algunos conocimientos constituidos fundamentales sobre Función Ejecutiva adolescente, elegidos a criterio de los autores.

Como resultados se presenta un conjunto de descriptores clave sobre el desarrollo de la Función Ejecutiva adolescente, que pueden informar y orientar las prácticas formativas universitarias. Se sustenta que la Función Ejecutiva de los estudiantes universitarios es, simultáneamente, requisito y resultado de la Educación Superior.

Palabras Clave: Función Ejecutiva, Adolescencia, Educación Superior

Abstract

Introduction to the Topic: The neurocognitive domain of Executive Function allows for self-regulation of human behavior in learning and decision-making situations. In Higher Education, new university students who begin training as engineers, architects, and other specialists face high demands for behavioral self-regulation during professional learning. This occurs at the end of adolescence, a highly complex period of neurodevelopment. This paper explains the neurobiological complexity of Executive Function development during adolescence, as a problem of interest to Higher Education. We conduct a narrative review of some well-established knowledge on adolescent Executive Function, chosen at the authors' discretion. Results: We present a set of key descriptors on the development of adolescent Executive Function, which can inform and guide university educational practices. We finally support that the Executive Function of university students is, simultaneously, a requirement and outcome of Higher Education.

Keywords: Executive Function, Adolescence, Higher Education

Licencia Creative Commons



Introducción

Las instituciones de Educación Superior forman ciudadanos competentes, socialmente responsables, con alto nivel educativo general e instrucción especializada en ciertas áreas de conocimiento y desempeño profesional. Aunque en diferentes modalidades de auto-organización, a escala global todas buscan realizar esta misión gestionando sus recursos ordenados en determinada estructura institucional, a través de programas y proyectos que debieran configurarse hologramáticamente como unidades complejas de investigación, docencia y extensión. La reproducción e innovación de la experiencia social y la orientación del desarrollo humano de los participantes, son los resultados. De modo que las instituciones de Educación Superior son escenarios para que los ciudadanos en formación se inicien en determinadas prácticas culturales socialmente pertinentes, que promueven alto rendimiento cognitivo.

Las prácticas culturales promotoras de alto rendimiento cognitivo, se distinguen por un conjunto de rasgos [1, 2]. En ellas los individuos se entrena en la solución de tareas específicas, observando cronogramas de aprendizaje y evaluación. El entrenamiento es diseñado y dirigido por otros más experimentados; presenta metas de dificultad creciente, con el mayor grado posible de personalización o ajuste a las diferencias individuales. Los participantes reciben retroalimentación sobre sus conductas en tarea y tienen oportunidades de repetirlas para su refinamiento progresivo.

Varios años de aprendizajes especializados, cada vez más complejos, iniciados y proseguidos deliberadamente (motivación), se necesitan antes de conseguir una adaptación muy elevada a las restricciones de tarea o nivel experto [3]. Este implica la adquisición de sistemas integrados de representaciones y habilidades, para la planificación, ejecución, monitoreo y análisis del desempeño [2]. Como es evidente, las prácticas culturales promotoras de alto rendimiento cognitivo plantean notables exigencias de autorregulación del comportamiento para quienes se forman en ellas.

Desde el punto de vista de las neurociencias cognitivas [4], la autorregulación del comportamiento en situaciones de aprendizaje y toma de decisión, es una ventaja adaptativa, posible mediante operaciones mentales complejas, dependientes de redes neurales córtico-subcorticales, que reclutan circuitos cerebrales prefrontales. Durante las

últimas cuatro décadas, ha sido investigada bajo el lente del constructo epistémico Función Ejecutiva (FE) [5]-

Este artículo tiene como objetivo: explicar la complejidad neurobiológica de la FE en la adolescencia, etapa del neurodesarrollo al final de la cual suele comenzarse la formación universitaria, afrontando altas exigencias de autorregulación del comportamiento. Los autores realizan una revisión narrativa de la literatura, sintetizando algunos referentes teóricos clave, devenidos núcleos de conocimiento constituido en la comunidad científica [6]. A futuro, estos pueden ser mejor valorados en los estudios sobre la formación universitaria de ingenieros, arquitectos y otros profesionales.

Desarrollo

La complejidad neurobiológica

Los circuitos cerebrales prefrontales siguen cursos de maduración prolongados durante el desarrollo humano individual. Sus cambios asociados al crecimiento trascienden la infancia y continúan hasta inicios de la tercera década de vida [7]. A pesar de esto, la mayor parte de los estudios de FE con enfoque evolutivo, se han centrado en la etapa pre-escolar [8].

Aunque la adolescencia es un período crítico en la maduración de las regiones cerebrales prefrontales y en la ontogénesis de FE, no han predominado las investigaciones al respecto. Entre las que hay, algunas indagan la iniciación en conductas de riesgo tras la búsqueda de sensaciones nuevas e intensas (e.g., tabaquismo, consumo de alcohol y otras sustancias adictivas, conducción de automóviles a altas velocidades) [9]. Esas conductas están mediadas por la inmadurez de los circuitos cerebrales prefrontales, en contraste con la maduración más rápida de estructuras del sistema límbico (e.g., amígdala) [10]. También se han relacionado a la sustitución de la subunidad 1 por su homóloga 4, en receptores al ácido gamma-amino-butírico observados en neuronas del sistema nervioso central de adolescentes [11].

Sin embargo, como tendencia, pocos estudios avanzan el conocimiento sobre FE en adolescentes sanos. Esta representación relativamente baja en la agenda de investigaciones, puede deberse a que el estudio de FE en adolescentes enfrenta desafíos considerables. La mayor parte de los proyectos trabaja con sujetos en desarrollo que padecen condiciones patológicas. Por otro lado, la complejidad extrema de los procesos de maduración frontal en

la adolescencia, dificulta el establecimiento de correspondencia neurobiológica entre redes neurales y medidas de FE [12].

De los estudios sobre FE en adolescentes, se deriva un panorama de resultados fragmentario. Distintos autores [ej. 13, 14, 15, 16] concuerdan en señalar que los datos conductuales, moleculares, electrofisiológicos y de neuroimagen disponibles, apoyan un conjunto de descriptores de complejidad neurobiológica en la FE típica de esta etapa, que constituyen núcleos de conocimiento constituido.

En este sentido, hay consenso sobre los procesos simultáneos de sinaptogénesis, mielinización y poda en los lóbulos frontales, que establecen una dinámica de cambios progresivos y regresivos, en parte dependiente de la experiencia. De igual modo se conoce que en la adolescencia se desarrollan procesos de focalización (aumento en la precisión relativa de los límites) y migración (desplazamiento relativo de los límites) en las redes neurales que garantizan la actividad ejecutiva. Mientras, aumenta la conectividad de regiones frontales.

Como parte de la complejidad neurobiológica típica en la adolescencia, entre las redes neurales de FE se produce un solapamiento flexible de estructuras. En comparación con las redes neurales de FE en la adultez, en la adolescencia estas redes pueden: a) reclutar circuitos parcialmente diferentes; b) reclutar los mismos circuitos o similares, en distinta configuración temporal; c) reclutar los mismos circuitos o similares, con diferente grado de activación; y d) reclutar los mismos circuitos o similares, con funciones relativamente distintas para cada uno, respecto al output conductual.

En cuanto a las trayectorias de desarrollo de los componentes de FE (operaciones neurocognitivas y redes neurales que las sustentan), estas difieren entre sí durante la adolescencia. De modo que en cada edad (años de vida) dentro de la etapa, la maduración de un componente de FE puede predominar, aunque ese liderazgo funcional puede cambiar en edades posteriores dentro de la adolescencia.

Además, en este período de la ontogénesis humana, los cambios en los componentes de FE transcurren bajo influencia sistémica de los cambios hormonales puberales. En el marco de tales efectos, ocurre una disminución de la correspondencia entre habilidades cognitivas y conductas ejecutivas ecológicas.

Todos estos descriptores dibujan un paisaje de grandes cambios en los componentes de FE y su interrelación. La propiedad de las redes neurales que hace posible tales cambios, es la plasticidad [17].

La adolescencia es el momento del desarrollo humano en el que los circuitos cerebrales prefrontales muestran las mayores modificaciones, estructurales y funcionales, de acuerdo a los patrones de actividad neural en que participen para responder a las experiencias. De hecho, este es el último de los períodos críticos del desarrollo para esos circuitos [5].

En la adolescencia, los procesos de aprendizaje pueden influir de modo relevante en la remodelación de los circuitos cerebrales prefrontales [18]. Pero si no llegan a conformarse adecuadamente los patrones de actividad neural estimulantes de las modificaciones en esos circuitos, se pierde la ventana temporal idónea para que esto ocurra con eficiencia. La posibilidad de compensación posterior es incierta. La plasticidad asociada a las redes neurales de FE en los adolescentes, es, a la vez, expectante y dependiente de la experiencia [19, 20].

La caracterización de la complejidad neurobiológica de la FE en adolescentes, se apoya en el uso extendido de las mismas pruebas que se administran para la evaluación de FE en adultos. Por lo general, sólo se varía la configuración de las tareas para moderar su dificultad (naturaleza y cantidad de estímulos, respuestas y ensayos; tiempos de exposición y reacción). El estudio de FE en adolescentes se emplaza, entonces, entre la complejidad metodológica de la evaluación de FE en distintos momentos del desarrollo y la complejidad neurobiológica de la adolescencia como período crítico del neurodesarrollo.

La oportunidad educativa

A la par que los desafíos asociados a la complejidad neurobiológica de la FE adolescente, existen oportunidades para optimizar la FE de los estudiantes durante la educación universitaria. Lograrlo se ha vuelto una prioridad, que puede permitir a los estudiantes de ingeniería, arquitectura y otras especialidades, desarrollar las competencias necesarias para alcanzar el éxito en el ámbito académico y profesional [21, 22], mientras transitan de la adolescencia a la adultez emergente.

Las investigaciones con este enfoque sugieren que intervenciones como la estimulación transcraneal por corriente directa [23, 24], el ejercicio físico, prácticas de atención plena, entrenamiento cognitivo, y actividades físico-cognitivas combinadas, pueden mejorar componentes de FE. Los efectos se han observado en diversas poblaciones, durante distintas etapas del desarrollo ontogenético y en diferentes condiciones de salud [25, 26, 27, 28, 29]. En particular, una de las principales tendencias emergentes en los estudios de FE en estudiantes universitarios, es la necesidad de integrar herramientas tecnológicas para su potenciación [30].

El empleo de herramientas académicas basadas en inteligencia artificial para el desarrollo de FE, es un área nueva de investigación con un potencial significativo para mejorar el aprendizaje y el rendimiento cognitivo de los estudiantes [31, 32]. La integración de la inteligencia artificial en el ámbito educativo, ha abierto nuevas oportunidades para diseñar plataformas y aplicaciones personalizadas, que pueden apoyar el desarrollo de la FE, de manera eficaz y adaptativa [33, 34].

Aún son pocos los estudios particularmente dirigidos a demostrar que las herramientas basadas en inteligencia artificial, pueden ser efectivas para el entrenamiento y la mejora de FE en estudiantes de diferentes niveles educativos [35]. Sin embargo, sí es abundante la evidencia que prueba la efectividad de estas herramientas para proporcionar retroalimentación instantánea, adaptarse al nivel de habilidad de cada estudiante y ofrecer tareas interactivas diseñadas para fortalecer componentes ejecutivos específicos, como la memoria de trabajo, la inhibición de respuestas o la planificación [33, 36, 37].

No obstante, a pesar de las ventajas cognitivas atribuibles al empleo de herramientas académicas basadas en inteligencia artificial, es probable que estas potencien el desarrollo adaptativo de FE en estudiantes universitarios o no. Algunos autores señalan posibles perjuicios vinculados a su uso [38]. Se ha referido que en lugar de garantizar por sí mismas la estimulación de FE, pueden operar como gestores que sustituyan determinados componentes ejecutivos humanos con la eficiencia de algoritmos automatizados, limitando en los estudiantes las acciones verdaderamente desarrolladoras de FE durante el aprendizaje universitario.

Como cualquier tecnología, las herramientas académicas basadas en inteligencia artificial no son buenas ni malas per se. Sus efectos dependen del sistema de actividad y comunicación, con fines formativos, en que se inserten. Las prácticas instructivas y educativas al uso en la formación de pregrado, pueden incluir el diseño intencionado y el monitoreo frecuente del empleo de estas herramientas, aumentando su probabilidad de influir de modo favorable en el desarrollo de la FE de los estudiantes.

Una de las prácticas universitarias que puede asimilar el empleo de herramientas basadas en inteligencia artificial, promotoras de FE, es la de alumnos ayudantes [39]. Estos estudiantes universitarios cumplen pre-requisitos de alto rendimiento, a partir de los cuales comienzan a formarse y desempeñarse como asistentes para la docencia. Apoyan y multiplican el trabajo

del claustro, con estudiantes de cursos posteriores. La cercanía evolutiva entre los alumnos ayudantes y los estudiantes que ellos enseñan, más la condición de nativos digitales que unos y otros comparten, sitúan a los alumnos ayudantes en una posición favorable para lograr doble provecho del uso de herramientas basadas en inteligencia artificial, promotoras de FE: ellos pueden incorporarlas a la propia preparación profesional – pedagógica para el apoyo a la docencia, así como prever su uso para resolver tareas de aprendizaje por los estudiantes a los que enseñarán.

De este modo, la asimilación en la Educación Superior de herramientas académicas basadas en inteligencia artificial, promotoras de FE, facilitaría la actualización de prácticas universitarias. Puede crear micro oportunidades para la innovación educativa, mediante la integración dinámica de recursos tecnológicos en pleno desarrollo, a sistemas de actividad y comunicación bien establecidos como los que realizan los alumnos ayudantes. Las experiencias investigativas propias de los autores de este artículo, en la conducción de estudios empíricos que tributan al tema desde ángulos complementarios, sobre el vínculo entre FE y procesos formativos [6, 40, 41], evaluación y potenciación del funcionamiento ejecutivo en estudiantes universitarios [42, 43], y formación pedagógica de alumnos ayudantes [39, 44], estimulan la continuidad de los esfuerzos epistémicos en esta dirección, con expectativas alentadoras.

Conclusiones

Las exigencias elevadas de autorregulación del comportamiento en situaciones de aprendizaje y toma de decisión, típicas de la formación de ingenieros y arquitectos y de la Educación Superior en general, son afrontadas por la mayoría de los nuevos estudiantes universitarios justo cuando atraviesan el final de una etapa crítica en el desarrollo de la FE. Situados con intensidad particular entre la biología y la cultura, los estudiantes universitarios se forman como ciudadanos competentes, socialmente responsables. Su formación profesional transcurre como un proceso de socialización secundaria, que se enraíza en la neurobiología humana y la potencia. La FE es, por tanto, requisito y resultado de la Educación Superior. En este sentido, las autoridades, profesores y trabajadores universitarios, deben tener tanta responsabilidad técnica y cultural como compromiso con la promoción de salud neurocognitiva. Las instituciones de Educación Superior son incubadoras de cerebros en acción.

Referencias bibliográficas

1. Ericsson KA. An expert-performance perspective of research on medical expertise: The study of clinical performance. *Medical Education* [Internet]. 2007 citado [5/9/2025]; (41):1124-30. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2007.02946.x>
2. Ericsson KA. Deliberate practice and acquisition of expert performance: A general overview. *Academic Emergency Medicine* [Internet]. 2008 citado [15/11/2025]; (15): 988-94. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00227.x>
3. Ericsson KA, Lehman AC. Expert and exceptional performance: Evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annual Review of Psychology* [Internet]. 1996 citado [27/10/2025]; (47): 273-305. Disponible en:
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.47.1.273>
4. Kandel ER, Koester JD, Mack SH, Siegelbaum SA. *Principles of neural science*. New York: McGraw Hill; 2021.
5. Lezak MD. The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology* [Internet]. 1982 citado [27/10/2025];; (17):281-97. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
6. Wong A. Efectos del aprendizaje de ballet en función ejecutiva. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Salud. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. 2013. Disponible en: <https://share.google/raNtlvkLEBnZKLmmi>
7. Toga AW, Thompson PM, Sowell ER. Mapping brain maturation. *Trends in Neurosciences* [Internet]. 2006 citado [27/10/2025]; (29):148-59. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.01.007>
8. Garon N, Bryson SE, Smith IM. Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin* [Internet]. 2008 citado [27/10/2025]; (134):31-60. Disponible en: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
9. Romer D, Betancourt LM, Brodsky NL, Giannetta JM, Yang W, Hurt H. Does adolescent risk taking imply weak executive function? A prospective study of relations between working memory performance, impulsivity, and risk taking in early adolescence. *Developmental Science* [Internet]. 2011 citado [15/11/2025]; (14):1119-33. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01061.x>

10. Poletti M. Orbitofrontal cortex-related executive functions in children and adolescents: Their assessment and ecological validity. *Neuropsychological Trends* [Internet]. 2010 citado [12/9/2025]; (7): 7-27. Disponible en: <https://doi.org/10.7358/neur-2010-007-pole>
11. Vigil P, Orellana RF, Cortés ME, Molina CT, Switzer BE, Klaus H. Endocrine modulation of the adolescent brain: A review. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology* [Internet]. 2011 citado [12/9/2025]; (24): 330-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2011.01.061>
12. Álvarez M. Datos blandos para ciencias duras. Buenos Aires: Paidós; 2009.
13. Best JR, Miller PH. A developmental perspective on executive function. *Child Development* [Internet]. 2010 citado [15/11/2025]; (81): 1641-60. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
14. Blakemore SJ, Burnett S, Dahl RE. The role of puberty in the developing adolescent brain. *Human Brain Mapping* [Internet]. 2010 citado [15/11/2025]; (31): 926-33. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/hbm.21052>
15. Crone EA. Executive functions in adolescence: inferences from brain and behavior. *Developmental Science*. 2009 citado [5/9/2025]; (12): 825-30. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00918.x>
16. Shing YL, Lindenberger U, Diamond A, Li SC, Davidson MC. Memory maintenance and inhibitory control differentiate from early childhood to adolescence. *Developmental Neuropsychology* [Internet]. 2010 citado [5/9/2025]; (35): 679-97. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.508546>
17. Álvarez M, Trápaga M, Morales C. Principios de neurociencias para psicólogos. 2da ed. Buenos Aires: Paidós; 2013.
18. Blakemore SJ, Choudhury S. Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* [Internet]. 2006 citado [12/9/2025]; (47): 296-312. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x>
19. Armstrong VL, Brunet PM, He C, Nishimura M, Poole HL, Spector FJ. What Is so Critical?: A commentary on the reexamination of critical periods. *Developmental*

- Psychobiology [Internet]. 2006 citado [15/11/2025]; (48): 326-31. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/dev.20135>
20. Galván A. Neural plasticity of development and learning. Human Brain Mapping [Internet]. 2010 citado [12/9/2025]; (31): 879-90. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/hbm.21029>
21. Marzocchi G, Usai M, Howard S. Editorial: Training and Enhancing Executive Function. Frontiers in Psychology [Internet]. 2020 citado [12/9/2025]; 11. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02031>
22. Vijayapriya CV, Rameshbabu T. Effectiveness of internet-delivered dialectical behavior therapy skills training on executive functions among college students with borderline personality traits: a non-randomized controlled trial. Research in Psychotherapy: Psychopathology, Process, and Outcome. 2023 citado [12/9/2025]; 26. Disponible en: <https://doi.org/10.4081/rippo.2023.694>
23. Alizadehgoradel J, Nejati V, Movahed F, Salehinejad M. Repeated stimulation of the dorsolateral-prefrontal cortex improves executive dysfunctions and craving in drug addiction: A randomized, double-blind, parallel-group study. Brain Stimulation [Internet]. 2020 citado [21/10/2025]; 13:582-93. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.brs.2019.12.028>
24. Molavi P, Aziziaram S, Basharpoor S, Atadokht A, Nitsche M, Salehinejad M. Repeated transcranial direct current stimulation of dorsolateral-prefrontal cortex improves executive functions, cognitive reappraisal emotion regulation, and control over emotional processing in borderline personality disorder: A randomized, sham-controlled, parallel-group study. Journal of Affective Disorders [Internet]. 2020 citado [15/11/2025]; 274:93-102. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.05.007>
25. Liang X, Li R, Wong S, Sum R, Sit C. The impact of exercise interventions concerning executive functions of children and adolescents with attention-deficit/hyperactive disorder: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity [Internet] 2021 citado [12/9/2025]; 18. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01135-6>
26. Müller C, Dubiel D, Kremeti E, Lieb L, Streicher E, Oglou O, et al. Effects of a Single Physical or Mindfulness Intervention on Mood, Attention, and Executive Functions: Results from two Randomized Controlled Studies in University Classes. Mindfulness

- [Internet]. 2021 citado [5/9/2025]; (12): 1282-93. Disponible en:
<https://doi.org/10.1007/s12671-021-01601-z>
27. Takacs Z, Kissai R. The efficacy of different interventions to foster children's executive function skills: A series of meta-analyses. *Psychological Bulletin* [Internet]. 2019 citado [21/10/2025]; 145 (7): 653-97. Disponible en:
<https://doi.org/10.1037/bul0000195>
28. Thierry K, Vincent R, Bryant H, Kinder M, Wise C. A Self-Oriented Mindfulness-Based Curriculum Improves Prekindergarten Students' Executive Functions. *Mindfulness* [Internet]. 2018 citado [21/10/2025]; (9): 1443-56. Disponible en:
<https://doi.org/10.1007/S12671-018-0888-1>
29. Zheng J, Su X, Xu C. Effects of exercise intervention on executive function of middle-aged and elderly people: A systematic review of randomized controlled trials. *Frontiers in Aging Neuroscience* [Internet]. 2022 citado [12/9/2025]; 14. Disponible en:
<https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.960817>
30. Díaz-Guerra DD, Hernández-Lugo M, Hidalgo de Camba A, Tovar Briñez K. Funcionamiento ejecutivo en estudiantes universitarios. Nuevos enfoques y perspectivas para su estudio. *Pedagogical Constellations* [Internet]. 2024 citado [12/9/2025]; 3(3):146-64. Disponible en:
<https://doi.org/10.69821/constellations.v3i1.33>
31. Hooda M, Rana C, Dahiya O, Rizwan A, Hossain M. Artificial Intelligence for Assessment and Feedback to Enhance Student Success in Higher Education. *Mathematical Problems in Engineering* [Internet]. 2022 citado [12/9/2025]. Disponible en:
<https://doi.org/10.1155/2022/5215722>
32. Seo K, Tang J, Roll I, Fels S, Yoon D. The impact of artificial intelligence on learner-instructor interaction in online learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education* [Internet]. 2021; citado [21/10/2025]; (18). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00292-9>
33. Chen L, Chen P, Lin Z. Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access* [Internet]. 2020 citado [12/9/2025]; 8: 75264-78. Disponible en:
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
34. Na W. A Data Mining Method for Students' Behavior Understanding. *International Journal of Emerging Technologies in Learning* [Internet]. 2020 citado [12/9/2025]; (15): 18-32. Disponible en: <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i06.13175>

35. Pérez-Vázquez E, Lledó GL, Alba Gilabert C. Bee-bot robot in the use of executive functions in students with ASD: a pilot study. 2022 XII International Conference on Virtual Campus (JICV) [Internet]. 2022 citado [21/10/2025];1-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/JICV56113.2022.9934286>
36. González-Calatayud V, Prendes-Espinosa P, Roig-Vila R. Artificial Intelligence for Student Assessment: A Systematic Review. Applied Sciences [Internet]. 2021 citado [12/9/2025];11(12). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/APP11125467>
37. Yang Y, Xia N. Enhancing Students' Metacognition via AI-Driven Educational Support Systems. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET) [Internet]. 2023 citado [5/9/2025]; 18 (24). Disponible en: <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i24.45647>
38. Chamba JE, Borroto JE. Beneficios y desafíos de la Inteligencia Artificial en la educación superior. Educación Médica Superior [Internet]. 2025 citado [21/10/2025]; 39: e4301. Disponible en: <https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/4301>
39. Rosario L, Torres T, Massón RM, García M. Retos de la formación pedagógica de los alumnos ayudantes en la Universidad. 1era ed. San Salvador: Universidad de El Salvador; 2025.
40. Wong A, Rodríguez M, Quevedo L, Fernández de Cossío L, Borges A, Reyes A, et al. Questionnaire of executive function for dancers: An ecological approach. Assessment [Internet]. 2012 citado [21/10/2025]; 19 (3):383-387. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1073191110397483>
41. Wong A, Morales-Valiente C, Mok L, Manzanero AL, Álvarez M. Cuestionario de Comportamiento Infantil y Adolescente. Análisis factorial exploratorio en una muestra de escolares cubanos. Psicología Educativa [Internet]. 2018 citado [21/10/2025]; 24(1):42-49. Disponible en: <https://doi.org/10.5093/psed2018a6>
42. Díaz-Guerra DD, Hernández-Lugo M, Fernández Celis MP, Tello Flores RY, Rodríguez-Torres E. Training in self-regulated learning based on a neuropsychological approach to academic stress in university students. Revista Información Científica [Internet]. 2024 citado [21/10/2025];103(e4669). Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12095956>
43. Díaz-Guerra DD, Hernández-Lugo MC, Ramos-Galarza C, Broche-Pérez Y. Validity and reliability of the executive function scale in Cuban University Students. Frontiers in Psychology [Internet]. 2025 citado [5/9/2025]; 16 (1484883). Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1484883>

44. Rosario L. Estrategia metodológica para el perfeccionamiento de la formación pedagógica de los alumnos ayudantes de la Universidad de La Habana (Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Educación). Universidad de La Habana. 2023. Disponible en: <https://accesoabierto.uh.cu>

Contribución de autoría

Los autores han colaborado en partes iguales, en todas las etapas del artículo, con financiamiento del Proyecto Sectorial PS223LH 002-019, "Estudio histórico comparado de las tendencias, figuras e instituciones protagónicas que son parte de la historia de la Educación Superior en Cuba durante el período 1960 hasta la actualidad".

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses. Todos los autores del artículo declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final.

Autores

Alina Wong Carrera. Doctora en Ciencias de la Salud, Profesora Titular, Investigadora Auxiliar Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior (CEPES), Universidad de La Habana, Cuba,

Diego D. Díaz-Guerra. Estudiante de Doctorado en Ciencias Psicológicas, Instructor Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Evelyn Fernández Castillo. Doctora en Ciencias Psicológicas, Profesora Titular Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas,

Lillitsy Rosario Pérez, Doctora en Ciencias de la Educación, Profesora Titular, Investigadora Agregada Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior (CEPES), Universidad de La Habana, Cuba,

