

Biotempo (Lima)



<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

INTELLECTUAL FUNCTION OF WORKING MEMORY CAPACITY IN UNIVERSITY STUDENTS: A CASE STUDY

FUNCIÓN INTELLECTUAL DE LA CAPACIDAD DE MEMORIA DE TRABAJO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS: UN ESTUDIO DE CASO

George Argota-Pérez¹; María Gilda Reyes-Díaz²; Carmen Silvia Klinar-Barbuza³; Félix Ricardo Belli-Carhuayo⁴; Cecilia Guiliana Solano-García⁵ & Pedro Félix Doroteo-Neyra⁶

¹ Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente "AMTAWT". Perú. george.argota@gmail.com

² Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica, Perú. maría.reyes@unica.edu.pe

³ Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica, Perú. carmen.klinar@unica.edu.pe

⁴ Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica, Perú. felix.belli@unica.edu.pe

⁵ Facultad de Odontología. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica, Perú. cecilia.solano@unica.edu.pe

⁶ Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica, Perú. pedro.doroteo@unica.edu.pe

*Corresponding author: george.argota@gmail.com

George Argota-Pérez: <https://orcid.org/0000-0003-2560-6749>

María Gilda Reyes-Díaz: <https://orcid.org/0000-0002-6607-9247>

Carmen Silvia Klinar-Barbuza: <https://orcid.org/0000-0001-7168-3855>

Félix Ricardo Belli-Carhuayo: <https://orcid.org/0000-0002-2885-8071>

Cecilia Guiliana Solano-García: <https://orcid.org/0000-0003-3814-3579>

Pedro Félix Doroteo-Neyra: <https://orcid.org/0000-0002-9788-6420>

ABSTRACT

The aim of the study was to describe the intellectual function of working memory capacity (WMC) in university students from a case study. The study was conducted from June to July 2022 and in a random probabilistic way, six research seed students belonging to the National University "San Luis Gonzaga" (Ica, Peru) were selected. The WMC analysis was done through two types of didactic games (DG) with different degrees of complexity: 1st) the Divinace of colored cubes and 2nd) the marking and recognition of three sea shells between a total number of 100 shells. Each DG was replicated twice the first for stimulation of mental concentration in the face of the WMC analysis. The DG was replicated twice and in the case of the second, the immediate time (s) of recognition was measured where the comparison of the medians was, through the U-Whitney test. It was observed that the time of each replica and the coincidence error in the DG of the marking and recognition of the three shells was: $U = 11.0$ and $p = 0.25$. Although the coincidence error decreased in replica 2 and denoted higher CMT. It is concluded that the intellectual function of the CMT is possible from the JD since they represent an emotional stimulus. However, practices are needed that improve learning and particularly, from observation to an understanding of the objects to be selected.

Keywords: didactic game – emotional control – learning – logical reasoning

RESUMEN

El objetivo del estudio fue describir la función intelectual de la capacidad de memoria de trabajo (CMT) en estudiantes universitarios desde un caso de estudio. Se realizó, el estudio de junio a julio de 2022 y de forma probabilística aleatoria se seleccionaron, seis estudiantes de semilleros de investigación que pertenecen a la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” (Ica, Perú). El análisis de la CMT fue mediante dos tipos de juegos didácticos (JD) con diferentes grados de complejidad: 1^{ro}) adivinanza de cubos de colores y 2^{do}) marcaje y reconocimiento de tres conchas de mar entre un número total de 100 conchas. Cada JD se replicó dos veces siendo preparatorio el primero para la estimulación de la concentración mental ante el análisis de la CMT. Los JD se replicaron dos veces y en caso del segundo se midió el tiempo (s) inmediato de reconocimiento donde la comparación de las medianas fue, a través de la prueba U de Mann-Whitney. Se observó, que el tiempo de cada réplica y el error de coincidencia en el JD del marcaje y reconocimiento de las tres conchas fue: $U = 11,0$ y $p = 0,25$. Aunque, disminuyó el error de coincidencia en la réplica 2 y denotó mayor CMT. Se concluye, que la función intelectual de la CMT se posibilita desde los JD, pues representan un estímulo emocional. Sin embargo, se necesitan prácticas que mejoren el aprendizaje y particularmente, desde la observación para la comprensión sobre objetos a seleccionarse.

Palabras clave: aprendizaje – control emocional – juego didáctico – razonamiento lógico

INTRODUCCIÓN

Para evitar, el almacenamiento de recursos menos relevantes, es necesario un mecanismo inhibitorio sobre algunas informaciones que se capturan de manera cotidiana por el sistema visual (Macaluso, 2015; Gaspelin & Luck, 2018), y de este modo se permite la codificación de informaciones para que el dominio intelectual se muestre desde la predicción de logros, a partir de activarse la memoria como tarea sistemática en períodos cortos de tiempo (Gazzaley & Nobre, 2012; Autin & Croizet, 2014).

La memoria de trabajo es el sistema cognitivo que permite retener y operar de modo activo una cantidad limitada de información interna (Bennett *et al.*, 2016). Cuando la capacidad de memoria de trabajo (CMT) resulta baja, entonces se suprimen los distractores con menor eficacia, es decir, se codifica la información, pero no se filtra (Fukuda & Vogel, 2009; Gaspar *et al.*, 2016).

Asimismo, continúa la limitación del conocimiento científico sobre las regiones del cerebro que intervienen sobre la diferencia cognitiva entre la CMT baja y la CMT alta. Si embargo, se considera que las regiones parietal prefrontal y posterior son fuentes de señales de control atencional (Zanto & Rissman, 2015; Rubia *et al.*, 2019). En cambio, las regiones dorsal frontal y

parietal condicionan la orientación atencional de tipo voluntaria, mientras que las partes ventrales condicionan la orientación atencional ante el impulso de estímulos (Chica *et al.*, 2014; Bourgeois *et al.*, 2020).

La CMT puede ser medida, a través de pruebas de desempeño (Hofmann *et al.*, 2012; Malanchini *et al.*, 2019), y una de las teorías que indica el servicio funcional de la memoria de trabajo tiene su base en el autocontrol, según la atención directa (Kane & Engle, 2003; Kaplan & Berman, 2010; Kotabe & Hofmann, 2015). Por cuanto, aquellos individuos que disponen una acción tienden a usar su CMT como predictor válido del control atencional (Feldman *et al.*, 2004; Jostmann & Koole, 2007), y suelen ser más eficaces para prestar, atención selectiva (Ortells *et al.*, 2016; Wiemers & Redick, 2018; Megías *et al.*, 2020).

Un estudio con estudiantes de secundaria indicó, que los juegos educativos e interactivos permiten el pensamiento creativo al sintetizar las informaciones y posibilitar la construcción comprensiva (Navarrete, 2013). Desde otra experiencia con prescolares mayores, y a partir de juegos didácticos la memorización y la sensación de éxito fueron positivas, así como los esfuerzos para el logro de los resultados que permitieron mayor carga mental, confianza en sus propias capacidades y activar el interés cognoscitivo (Bateneva, 2016). A nivel de las universidades, no

parece habitual la aplicación de juegos didácticos para el aprendizaje y ello trae consigo, la inhibición de ciertas funciones ejecutivas, por cuanto el rendimiento cognitivo dada la capacidad de trabajo resulta poco significativo (Diamond, 2013; Ruiz *et al.*, 2017).

El objetivo del estudio fue describir la función intelectual de la capacidad de memoria de trabajo en estudiantes universitarios desde un caso de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se planificó desde junio a julio de 2022 en el Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente

“AMTAWI”, Perú. Se seleccionaron de forma probabilística aleatoria, seis estudiantes de semilleros de investigación en la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, Ica, Perú.

Para el análisis de la CMT se implementó, dos tipos de juegos didácticos con diferentes grados de complejidad: 1^{ro}) adivinanza de cubos de colores (Figura 1) y 2^{do}) marcaje y reconocimiento de tres conchas de mar entre un número total de 100 conchas (Figura 2).

El primero juego didáctico fue preparatorio donde la concentración mental se estimuló para el análisis de la capacidad de memoria de trabajo antes del segundo juego didáctico. Se replicó dos veces cada juego didáctico y la participación correspondió a 2 y 3 estudiantes.



Figura 1. Juego didáctico del cubo de colores para el análisis de la capacidad de memoria de trabajo.

El juego didáctico de la adivinanza de colores mostró, seis colores que se repitieron tres veces y cada vez que hubo coincidencia con el color, entonces el(la) estudiante continuó el proceso de adivinanza. En el caso del segundo

juego didáctico se midió el tiempo (seg) mediante el cronometro de un teléfono celular marca Galaxy A52s5G.

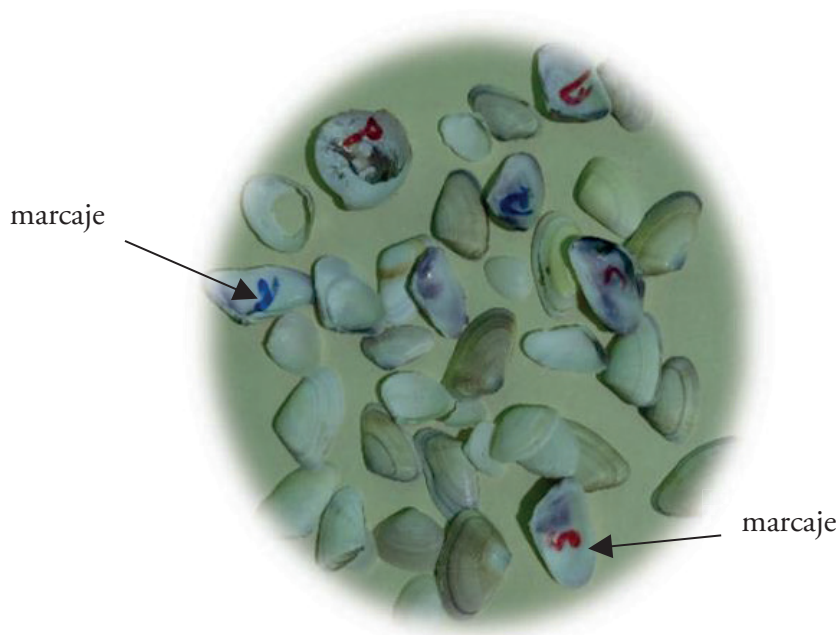


Figura 2. Juego didáctico del marcaje de las conchas para el análisis de la capacidad de memoria de trabajo.

Para el análisis de los resultados se utilizó, el programa estadístico profesional Statgraphics Centurion v19. La comparación de las medianas para el tiempo del segundo juego didáctico fue, a través de la prueba U de Mann-Whitney. Los resultados se consideraron significativos para $\alpha = 0,01$.

Consideraciones éticas: se explicó el objetivo del estudio y la posibilidad de su participación donde el nombre y apellidos de cada estudiante no se identificaría. Asimismo, no existió la manipulación de los datos para cumplir con el objetivo del estudio. Se indicó, que la información de

los resultados se realizaría previa a la comunicación del manuscrito científico.

RESULTADOS

Se muestra, el tiempo de cada réplica y el error de coincidencia (EC) en el juego didáctico del marcaje y reconocimiento de las tres conchas donde disminuyó, el EC en la réplica 2, pues el valor de la mediana fue $1 < 2$ y el coeficiente de variación menos disperso: $38,73 < 41,06$ (Tabla 1).

Tabla 1. Error de coincidencia en el juego didáctico del marcaje y reconocimiento de las tres conchas / EC = error de coincidencia / Me = mediana / CV = coeficiente de variación.

No. estudiante	Réplica 1	EC	Réplica 2	EC
1	1:06	2	0:48	1
2	0:57	2	0:36	2
3	1:24	3	1:05	1
4	1:19	1	0:39	1
5	0:31	1	0:48	1
6	1:26	2	1:03	2
Me		2,0		1,0
CV(%)		41,06		38,73

Dado que, $U = 11,0$ y $p = 0,25$ ($>0,01$), entonces no existió diferencias estadísticamente significativas entre las medianas (Figura 1) lo cual indicó, que la capacidad

de memoria de trabajo fue la misma con un 99,0% de confianza entre las réplicas 1 y 2.

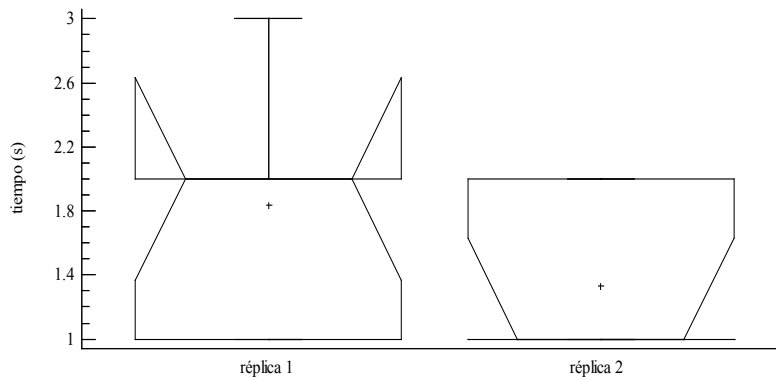


Figura 3. Representación de la mediana ante el error de coincidencia en el juego didáctico del marcaje y reconocimiento de las tres conchas.

DISCUSIÓN

La pedagogía se centra en caracterizar, las explicaciones de manera demostrativa sobre cualquier contenido, así como propiciar, la interacción entre estudiantes y docentes o entre los propios estudiantes (Eilks *et al.*, 2013; Nzeyimana & Ndiokubwayo, 2019). En este estudio se realizó, dos juegos didácticos donde la comprensión experimental del aprendizaje fue por interacción ante el carácter activo de los estudiantes del semillero de investigación (Cahyana *et al.*, 2017; Kara, 2021).

El primero juego didáctico sobre la adivinanza de colores se realizó para estimular, la capacidad de concentración mental donde la “competencia entre los estudiantes” tuvo un enfoque de aprendizaje cooperativo (Sibomana *et al.*, 2021; North *et al.*, 2021). Si bien, no lo parezca, el juego de la adivinanza de los cubos de colores se basó en la resolución de problemas, a partir de un análisis lógico para completar el número de colores (Dorimana *et al.*, 2021), y su conexión con el segundo juego didáctico fue mediante el análisis desde la observación como actividad de evaluación relevante (Bennett *et al.*, 2016, Argota *et al.*, 2020).

Aunque, no hubo diferencias estadísticas significativas para el análisis de la CMT, pero los juegos didácticos ofrecieron la posibilidad de indicar, determinado valor al contenido que se aprende, a través de la construcción con actividades mentales prácticas (Yilmaz, 2011; Amineh & Hanieh, 2015; Ndiokubwayo *et al.*, 2020).

Rara vez, los docentes aplican juegos en sus actividades de enseñanzas diarias (Byusa *et al.*, 2020), y ello podría influir en la CMT, ya que no existe un entrenamiento en los estudiantes y por tanto, la efectividad del aprendizaje resulta poco demostrada (Rahman *et al.*, 2020; da Silva Júnior *et al.*, 2021). Quizás, esta apreciación pudo influir en el segundo juego didáctico, pues no existió en los estudiantes la construcción del aprendizaje basada en esta experiencia de entrenamientos metales y de manera particular, desde un contexto real (Bhattacharjee, 2015; Ruhanen *et al.*, 2020).

La principal limitación del estudio fue el poco número de estudiantes, la cantidad de juegos didácticos y el tiempo de experimentación para significar sus réplicas.

Se concluye, que la función intelectual de la capacidad de memoria de trabajo en estudiantes universitarios se posibilita desde los juegos didácticos, pues representan un estímulo emocional. Sin embargo, se necesitan prácticas que mejoren el aprendizaje desde la observación para el análisis y la comprensión sobre objetos a seleccionarse, pues la variación en el marcaje y reconocimiento de tres conchas de mar, no fue significativa. Se sugiere la implementación de juegos didácticos en la enseñanza hacia los semilleros de investigación, ya que forman parte de una fábrica de aprendizaje y permiten el logro de las competencias para que la CMT retenga informaciones válidas.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes del semillero de investigación: Judelka Victoria Tovar Torres, Graciela del Pilar Orellana Torres, Mayra Alessandra Hernández Baldeon, Sandra Cortez Chacaltana, Piero Alberto Yauri Caillahua, Hristo Aldahir De La Cruz Torres, Angie Danet Trillo Cardenas y Carmen Jeniffer Peña Donayre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amineh, R. & Hanieh, A. 2015. Review of constructivism and social constructivism. *Journal of Social Science, Literature and Languages*, 1: 9–16.
- Argota, P.G.; Yallico, C.R.M.; Marín, M.G.; Álvarez, B.R.M.; Iannacone, J.; Córdova, S.C.R.; Magallanes, M.J.L. & Solano, G.C.G. 2020. Hermenéutica de la observación mediante evaluaciones escritas para el planteamiento del problema de investigación y la formulación al problema científico. *The Biologist (Lima)*, 18: 315–325.
- Autin, F. & Croizet, J. 2014. Improving working memory efficiency by reframing metacognitive interpretation of task difficulty. *Journal of Experimental Psychology General*, 141: 610–618.
- Bateneva, E.V. 2016. Arbitrary memory improvement in older preschoolers using didactic games. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 233: 259–263.
- Bennett, D.; Richardson, S. & MacKinnon, P. 2016. *Enacting strategies for graduate employability: How universities can best support students to develop generic skill Part A*. Canberra: Australian Government, Office for Learning and Teaching, Department of Education and Training. https://melbourne-cshe.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0011/1874774/SP13-3258_Curtin_Bennett_Graduate-Employability_Final-Report_Part-A_20163.pdf
- Bhattacharjee, J. 2015. Constructivist approach to learning an effective approach of teaching learning. *International Research Journal of Interdisciplinary & Multidisciplinary Studies*, 1: 65–74.
- Bourgeois, A.; Guedj, C.; Carrera, E. & Vuilleumier, P. 2020. Pulvino-cortical interaction: an integrative role in the control of attention. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 111: 104–113.
- Byusa, E.; Kampire, E. & Mwesigye, A.R. 2020. Analysis of teaching techniques and scheme of work in teaching chemistry in Rwandan secondary schools. *Eurasia Journal of Mathematic, Science, and Technology Education*, 16: 1–9.
- Cahyana, U.; Paristiwati, M.; Savitri, D.A. & Hasyrin, S.N. 2017. Developing and application of mobile game based learning (M-GBL) for high school students performance in chemistry. *Eurasia Journal of Mathematic, Science and Technology Education*, 13: 7037–7047.
- Chica, A.B.; Bourgeois, A. & Bartolomeo, P. 2014. On the role of the ventral attention system in spatial orienting. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8: 1–2.
- da Silva Júnior, J.N.; Sousa Lima, M.A.; Avila Pimenta, A.T.; Nunes, F.M.; Monteiro, A.C.; de Sousa, U.S.; Leite Júnior, A.J.M.; Zampieri, D.; Oliveira Alexandre, F.S.; Pacioni, N.L. & Winum, J.Y. 2021. Design, implementation, and evaluation of a gamebased application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions. *Education for Chemical Engineers*, 34: 106–114.
- Diamond, A. 2013. Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64: 135–68.
- Dorimana, A.; Uworwabayeho, A. & Nizeyimana, G. 2021. Examining mathematical problem-solving beliefs among Rwandan secondary school teachers. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20: 227–240.
- Eilks, I.; Prins, G.T. & Lazarowitz, R. 2013. *How to organise the chemistry classroom in a student-active mode*. In: Eilks, I., Hofstein, A. (Eds.), *Teaching Chemistry—A Studybook*. Sense Publishers, pp. 183–212.
- Feldman, B.L.; Tugade, M.M. & Engle, R.W. 2004. Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological Bulletin*, 130: 553–573.
- Fukuda, K. & Vogel, E.K. 2009. Human variation in overriding attentional capture. *Journal of Neuroscience*, 29: 8726–8733.
- Gaspar, J.M.; Christie, G.J.; Prime, D.J.; Jolicoeur, P. & McDonald, J.J. 2016. Inability to suppress salient distractors predicts low visual working memory capacity. *Proceedings of the National*

- Academy of Sciences of the United States of America, 113: 3693–3698.
- Gaspelin, N. & Luck, S.J. 2018. Inhibition as a potential resolution to the attentional capture debate. *Current Opinion in Psychology*, 29: 12–18.
- Gazzaley, A. & Nobre, A.C. 2012. Top-down modulation: Bridging selective attention and working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 16: 129–135.
- Hofmann, W.; Schmeichel, B.J. & Baddeley, A.D. 2012. Executive functions and selfregulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16: 174–180.
- Jostmann, N.B. & Koole, S.L. 2007. On the regulation of cognitive control: Action orientation moderates the impact of high demands in Stroop interference tasks. *Journal of Experimental Psychology General*, 136: 593–609.
- Kane, M.J. & Engle, R.W. 2003. Working-memory capacity and the control of attention: The contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology General*, 132: 47–70.
- Kaplan, S. & Berman, M.G. 2010. Directed attention as a common resource for executive functioning and self-regulation. *Perspectives on Psychological Science*, 5: 43–57.
- Kara, N. 2021. A systematic review of the use of serious games in science education. *Contemporary Educational Technology*, 13: 1–13.
- Kotabe, H.P. & Hofmann, W. 2015. On integrating the components of self-control. *Perspectives on Psychological Science*; 10, 618–638.
- Macaluso, E. 2015. Saliency/Bottom-up attention. *In: Brain Mapping: An Encyclopedic Reference*, pp. 289–294.
- Malanchini, M.; Engelhardt, L.E.; Grotzinger, A.D.; Harden, K.P. & Tucker, D.E.M. 2019. Same but different: Associations between multiple aspects of self-regulation, cognition, and academic abilities. *Journal of Personality and Social Psychology*, 117: 1164–1188.
- Megías, M.; Ortells, J.J.; Noguera, C.; Carmona, I. & Marí, B.P. 2020. Semantic negative priming from an ignored single-prime depends critically on prime-mask inter-stimulus interval and working memory capacity. *Frontiers in Psychology*, 11: 1–11.
- Navarrete, C.C. 2013. Creative thinking in digital game design and development: A case study. *Computers & Education*, 69: 320–331.
- Ndihokubwayo, K.; Uwamahoro, J. & Ndayambaje, I. 2020. Effectiveness of PhET simulations and YouTube videos to improve the learning of optics in Rwandan secondary schools. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 24: 253–265.
- North, B.; Diab, M.; Lameris, P.; Zarak, J.; Philippe, S.; Muller, J. & Fischer, H. 2021. Developing a platform for using game-based learning in vocational education and training. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1345–1352.
- Nzeyimana, J.C. & Ndihokubwayo, K. 2019. Teachers' role and learners' responsibility in teaching and learning science and elementary technology in Rwanda. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 15: 1–16.
- Ortells, J.J.; Noguera, C.; Álvarez, D.; Carmona, E. & Houghton, G. 2016. Individual differences in working memory capacity modulates semantic negative priming from single prime words. *Frontiers in Psychology*, 7: 1–14.
- Rahman, A.A.; Najmuddin, A.F.; Abdullah, M.F.; Ibrahim, I.M.; Shaffie, S.S. & Ismail, S.R. 2020. The development of atomic game-based learning for chemistry. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10: 1364–1372.
- Rubia, K.; Criaud, M.; Wulff, M.; Alegria, A.; Brinson, H.; Barker, G.; Stahl, D. & Giampietro, V. 2019. Functional connectivity changes associated with fMRI neurofeedback of right inferior frontal cortex in adolescents with ADHD. *Neuroimage*, 188: 43–58.
- Ruhanen, L.; Axelsen, M. & Bowles, L. 2020. Engaging students through authentic learning: Connecting with international tourism partners. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 29: 1–7.
- Ruiz, A.A.; Grao, C.A.; Loureiro, N.E. M. & Martínez, L.E.J. 2017. Influence of physical fitness on cognitive and academic performance in adolescents: A systematic review from 2005–

2015. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 10: 108–133.
- Sibomana, A.; Karegeya, C. & Sentongo, J. 2021. Effect of cooperative learning on chemistry students' achievement in Rwandan day-upper secondary schools. *European Journal of Education Research*, 10: 2079–2088.
- Wiemers, E.A. & Redick, T.S. 2018. Working memory capacity and intra-individual variability of proactive control. *Acta Psychologica*, 182: 21–31.
- Yilmaz, K. 2011. The cognitive perspective on learning: its theoretical underpinnings and implications for classroom practices. *Clearing House*, 84: 204–212.
- Zanto, T.P. & Rissman, J. 2015. *Top-down suppression*. In: Toga, AW (Ed.), *Brain Mapping*. Academic Press, Waltham, pp. 261–267.

Received September 9, 2022.

Accepted October 25, 2022.