

1 Biotempo, 2022, vol. 19 (2), XX-XX.

2 doi:10.31381/biotempo.v19i2.5236

3 Este artículo es publicado por la revista Biotempo de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Este es un artículo
4 de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original
5 sea debidamente citada de su fuente original.
6

7

8

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

9

INTELLECTUAL FUNCTION OF WORKING MEMORY CAPACITY IN UNIVERSITY

10

STUDENTS: A CASE STUDY

11

FUNCIÓN INTELECTUAL DE LA CAPACIDAD DE MEMORIA DE TRABAJO EN

12

ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS: UN ESTUDIO DE CASO

13

George Argota-Pérez¹; María Gilda Reyes-Díaz²; Carmen Silvia Klinar-Barbuza³;

14

Félix Ricardo Belli-Carhuayo⁴; Cecilia Guiliana Solano-García⁵ & Pedro Félix Doroteo-Neyra⁶

15

¹ Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente "AMTAWI".

16

Perú. george.argota@gmail.com

17

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

18

³ Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica, Perú.

19

carmen.klinar@unica.edu.pe

20

⁴ Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". Ica, Perú.

21

felix.belli@unica.edu.pe

22

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

23

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

24

25

Corresponding Author: george.argota@gmail.com

26

Titulillo: Intellectual function of working memory capacity

27

28

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

29 María Gilda Reyes-Díaz:  <https://orcid.org/0000-0002-6607-9247>
30 Carmen Silvia Klinar-Barbuza:  <https://orcid.org/0000-0001-7168-3855>
31 Félix Ricardo Belli-Carhuayo:  <https://orcid.org/0000-0002-2885-8071>
32 Cecilia Guiliana Solano-García:  <https://orcid.org/0000-0003-3814-3579>
33 Pedro Félix Doroteo-Neyra:  <https://orcid.org/0000-0002-9788-6420>

34

35 **ABSTRACT**

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

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

51

52 **RESUMEN**

53 El objetivo del estudio fue describir la función intelectual de la capacidad de memoria de trabajo
54 (CMT) en estudiantes universitarios desde un caso de estudio. Se realizó, el estudio de junio a julio
55 de 2022 y de forma probabilística aleatoria se seleccionaron, seis estudiantes de semilleros de
56 investigación que pertenecen a la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” (Ica, Perú). El análisis
57 de la CMT fue mediante dos tipos de juegos didácticos (JD) con diferentes grados de complejidad:
58 1^{ro}) adivinanza de cubos de colores y 2^{do}) marcaje y reconocimiento de tres conchas de mar entre
59 un número total de 100 conchas. Cada JD se replicó dos veces siendo preparatorio el primero para
60 la estimulación de la concentración mental ante el análisis de la CMT. Los JD se replicaron dos
61 veces y en caso del segundo se midió el tiempo (s) inmediato de reconocimiento donde la
62 comparación de las medianas fue, a través de la prueba U de Mann-Whitney. Se observó, que el
63 tiempo de cada réplica y el error de coincidencia en el JD del marcaje y reconocimiento de las tres
64 conchas fue: $U = 11,0$ y $p = 0,25$. Aunque, disminuyó el error de coincidencia en la réplica 2 y
65 denotó mayor CMT. Se concluye, que la función intelectual de la CMT se posibilita desde los JD,
66 pues representan un estímulo emocional. Sin embargo, se necesitan prácticas que mejoren el
67 aprendizaje y particularmente, desde la observación para la comprensión sobre objetos a
68 seleccionarse.

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

70

71 **INTRODUCCIÓN**

72 Para evitar, el almacenamiento de recursos menos relevantes, es necesario un mecanismo
73 inhibitorio sobre algunas informaciones que se capturan de manera cotidiana por el sistema visual
74 (Macaluso, 2015; Gaspelin & Luck, 2018), y de este modo se permite la codificación de
75 informaciones para que el dominio intelectual se muestre como predicción de logros, a partir de

76 activarse la memoria como tarea sistemática en períodos cortos de tiempo (Gazzaley & Nobre,
77 2012; Autin & Croizet, 2014).

78 La memoria de trabajo es el sistema cognitivo que permite, retener y operar de modo activo una
79 cantidad limitada de información interna (Baddeley, 1986). Cuando la capacidad de memoria de
80 trabajo (CMT) resulta baja, entonces se suprimen los distractores con menor eficacia, es decir, se
81 codifica la información, pero no se filtra (Fukuda & Vogel, 2009; Gaspar *et al.*, 2016).

82 Asimismo, continúa la limitación del conocimiento científico sobre las regiones del cerebro que
83 intervienen sobre la diferencia cognitiva entre la CMT baja y la CMT alta. Si embargo, se considera
84 que las regiones parietal prefrontal y posterior son fuentes de señales de control atencional (Zanto
85 & Rissman, 2015; Rubia *et al.*, 2019). En cambio, las regiones dorsal frontal y parietal condicionan
86 la orientación atencional de tipo voluntaria, mientras que las partes ventrales condicionan la
87 orientación atencional ante el impulso de estímulos (Chica *et al.*, 2014; Bourgeois *et al.*, 2020).

88 La CMT puede ser medida, a través de pruebas de desempeño (Hofmann *et al.*, 2012; Malanchini
89 *et al.*, 2019), y una de las teorías que indica el servicio funcional de la memoria de trabajo tiene su
90 base en el autocontrol, según la atención directa (Kane & Engle, 2003; Kaplan & Berman, 2010;
91 Kotabe & Hofmann, 2015). Por cuanto, aquellos individuos que disponen una acción tienden a usar
92 su CMT como predictor válido del control atencional (Feldman *et al.*, 2004; Jostmann & Koole,
93 2007), y suelen ser más eficaces para prestar, atención selectiva (Ortells *et al.*, 2016; Wiemers *et*
94 *al.*, 2018; Megías *et al.*, 2020).

95 Un estudio con estudiantes de secundaria indicó, que los juegos educativos e interactivos permiten
96 el pensamiento creativo al sintetizar las informaciones y posibilitar la construcción comprensiva
97 (Navarrete, 2013). Desde otra experiencia con prescolares mayores y a partir, de juegos didácticos
98 la memorización y la sensación de éxito fueron positivas, así como los esfuerzos para el logro de
99 los resultados que permitieron mayor carga mental, confianza en sus propias capacidades y activar

100 el interés cognoscitivo (Bateneva, 2016). A nivel de las universidades, no parece habitual la
101 aplicación de juegos didácticos para el aprendizaje y ello trae consigo, la inhibición de ciertas
102 funciones ejecutivas, por cuanto el rendimiento cognitivo dada la capacidad de trabajo resulta poco
103 significativo (Diamond, 2013; Ruiz *et al.*, 2017).

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

107 **MATERIALES Y MÉTODOS**

108 El estudio se planificó desde junio a julio de 2022 en el Centro de Investigaciones Avanzadas y
109 Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente “AMTAWI”, Perú. Se seleccionaron
110 de forma probabilística aleatoria, seis estudiantes de semilleros de investigación en la Universidad
111 Nacional “San Luis Gonzaga”, Ica, Perú.

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

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



118
119
120
121
122
123
124

125

126

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

129

130

131 El juego didáctico de la adivinanza de colores mostró, seis colores que se repitieron tres veces y
132 cada vez que se coincidió con el color, entonces el(la) estudiante continuó el proceso de adivinanza.

133 En el caso del segundo juego didáctico se midió el tiempo (seg) mediante el cronometro de un
134 teléfono celular marca Galaxy A52s5G.

135

136

137

138

marcaje

139

140

141

142

marcaje

143

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

146

147 Para el análisis de los resultados se utilizó, el programa estadístico profesional Statgraphics

148 Centurion v19. La comparación de las medianas para el tiempo del segundo juego didáctico fue, a

149 través de la prueba U de Mann-Whitney. Los resultados se consideraron significativos para $\alpha =$

150 0,01.

151 **Consideraciones éticas:** se explicó el objetivo del estudio y la posibilidad de su participación
 152 donde el nombre y apellidos de cada estudiante no se identificaría. Asimismo, no existió la
 153 manipulación de los datos para cumplir con el objetivo del estudio. Se indicó que la información
 154 de los resultados se realizaría previa a la comunicación del manuscrito científico.

155

156 **RESULTADOS**

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

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

162

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

163

164 Dado que, $U = 11,0$ y $p = 0,25 (>0,01)$, entonces no existió diferencias estadísticamente
 165 significativas entre las medianas (Figura 1) lo cual indicó, que la capacidad de memoria de trabajo
 166 fue la misma con un 99,0% de confianza entre las réplicas 1 y 2.

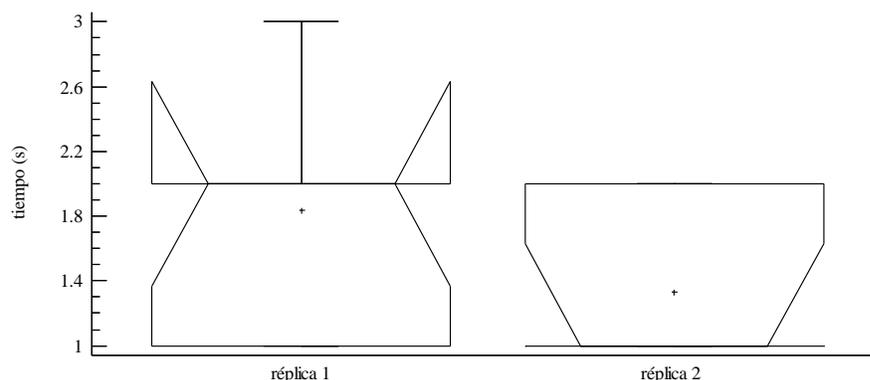
167

168

169

170

171



172
173
174
175
176
177 **Figura 3.** Representación de la mediana ante el error de coincidencia en el juego didáctico del
178 marcaje y reconocimiento de las tres conchas.

179

180 **DISCUSIÓN**

181 La pedagogía se centra en caracterizar, las explicaciones de manera demostrativa sobre cualquier
182 contenido, así como propiciar, la interacción entre estudiantes y docentes o entre los propios
183 estudiantes (Eilks *et al.*, 2013; Nzeyimana & Ndiokubwayo, 2019). En este estudio se realizó, dos
184 juegos didácticos donde la comprensión experimental del aprendizaje fue por interacción ante el
185 carácter activo de los estudiantes del semillero de investigación (Cahyana *et al.*, 2017; Kara, 2021).
186 El primero juego didáctico sobre la adivinanza de colores se realizó para estimular, la capacidad
187 de concentración mental donde la “competencia entre los estudiantes” tuvo un enfoque de
188 aprendizaje cooperativo (Sibomana *et al.*, 2021; North *et al.*, 2021). Si bien, no lo parezca, el juego
189 de la adivinanza de los cubos de colores se basó en la resolución de problemas, a partir de un
190 análisis lógico para completar el número de colores (Dorimana *et al.*, 2021), y su conexión con el
191 segundo juego didáctico fue mediante el análisis desde la observación como actividad de
192 evaluación relevante (Bennett *et al.*, 2016, Argota *et al.*, 2020).

193 Aunque, no hubo diferencias estadísticas significativas para el análisis de la capacidad de memoria
194 de trabajo, pero los juegos didácticos ofrecieron la posibilidad de indicar, determinado valor al
195 contenido que se aprende, a través de la construcción con actividades mentales prácticas (Yilmaz,
196 2011; Amineh & Hanieh, 2015; Ndiokubwayo *et al.*, 2020).

197 Rara vez, los docentes aplican juegos en sus actividades de enseñanzas diarias (Byusa *et al.*, 2020),
198 y ello podría influir en la CMT, ya que no existe un entrenamiento en los estudiantes y por tanto,
199 la efectividad del aprendizaje resulta poco demostrada (Rahman *et al.*, 2020; da Silva Júnior *et al.*,
200 2021). Quizás, esta apreciación pudo influir en el segundo juego didáctico, pues no existió en los
201 estudiantes la construcción del aprendizaje basada en esta experiencia de entrenamientos metales
202 y de manera particular, desde un contexto real (Bhattacharjee, 2015; Ruhanen *et al.*, 2020).

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

205 Se concluye, que la función intelectual de la capacidad de memoria de trabajo en estudiantes
206 universitarios se posibilita desde los juegos didácticos, pues representan un estímulo emocional.

207 Sin embargo, se necesitan prácticas que mejoren el aprendizaje desde la observación para el análisis
208 y la comprensión sobre objetos a seleccionarse, pues la variación en el marcaje y reconocimiento
209 de tres conchas de mar, no fue significativa. Se sugiere la implementación de juegos didácticos en
210 la enseñanza para los semilleros de investigación, ya que forman parte de una fábrica de aprendizaje
211 y permiten el logro de las competencias para que la capacidad de memoria de trabajo retenga
212 informaciones válidas.

213

214 **AGRADECIMIENTOS**

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

219

220

221 **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 222 Amineh, R. & Hanieh, A. 2015. Review of constructivism and social constructivism. Journal of
223 Social Science, Literature and Languages, 1: 9–16.
- 224 Argota, P.G.; Yallico, C.R.M.; Marín, M.G.; Álvarez, B.R.M.; Iannacone, J.; Córdova, S.C.R.;
225 Magallanes, M.J.L. & Solano, G.C.G. 2020. Hermenéutica de la observación mediante
226 evaluaciones escritas para el planteamiento del problema de investigación y la formulación
227 al problema científico. *The Biologist (Lima)*, 18: 315–325.
- 228 Autin, F. & Croizet, J. 2014. Improving working memory efficiency by reframing metacognitive
229 interpretation of task difficulty. *Journal of Experimental Psychology General*, 141: 610–618.
- 230 Bateneva, E.V. 2016. Arbitrary memory improvement in older preschoolers using didactic games.
231 *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 233: 259–263.
- 232 Bennett, D.; Richardson, S. & MacKinnon, P. 2016. *Enacting strategies for graduate*
233 *employability: How universities can best support students to develop generic skill Part A*.
234 Canberra: Australian Government, Office for Learning and Teaching, Department of
235 Education and Training. [https://melbourne-](https://melbourne-cshe.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0011/1874774/SP13-3258_Curtin_Bennett_Graduate-Employability_Final-Report_Part-A_20163.pdf)
236 [cshe.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0011/1874774/SP13-](https://melbourne-cshe.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0011/1874774/SP13-3258_Curtin_Bennett_Graduate-Employability_Final-Report_Part-A_20163.pdf)
237 [3258_Curtin_Bennett_Graduate-Employability_Final-Report_Part-A_20163.pdf](https://melbourne-cshe.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0011/1874774/SP13-3258_Curtin_Bennett_Graduate-Employability_Final-Report_Part-A_20163.pdf)
- 238 Bhattacharjee, J. 2015. Constructivist approach to learning an effective approach of teaching
239 learning. *International Research Journal of Interdisciplinary & Multidisciplinary Studies*, 1:
240 65–74.
- 241 Bourgeois, A.; Guedj, C.; Carrera, E. & Vuilleumier, P. 2020. Pulvino-cortical interaction: an
242 integrative role in the control of attention. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 111:
243 104–113.

244 Byusa, E.; Kampire, E. & Mwesigye, A.R. 2020. Analysis of teaching techniques and scheme of
245 work in teaching chemistry in Rwandan secondary schools. *Eurasia Journal of*
246 *Mathematic, Science, and Technology Education*, 16: 1–9.

247 Cahyana, U.; Paristiowati, M.; Savitri, D.A. & Hasyrin, S.N. 2017. Developing and application of
248 mobile game based learning (M-GBL) for high school students performance in chemistry.
249 *Eurasia Journal of Mathematic, Science and Technology Education*, 13: 7037–7047.

250 Chica, A.B.; Bourgeois, A. & Bartolomeo, P. 2014. On the role of the ventral attention system in
251 spatial orienting. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8: 1–2.

252 da Silva Júnior, J.N.; Sousa Lima, M.A.; Avila Pimenta, A.T.; Nunes, F.M.; Monteiro, A.C.; de
253 Sousa, U.S.; Leite Júnior, A.J.M.; Zampieri, D.; Oliveira Alexandre, F.S.; Pacioni, N.L. &
254 Winum, J.Y. 2021. Design, implementation, and evaluation of a gamebased application for
255 aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions.
256 *Education for Chemical Engineers*, 34: 106–114.

257 Diamond, A. 2013. Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64: 135–68.

258 Dorimana, A.; Uworwabayeho, A. & Nizeyimana, G. 2021. Examining mathematical problem-
259 solving beliefs among Rwandan secondary school teachers. *International*
260 *Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20: 227–240.

261 Eilks, I.; Prins, G.T. & Lazarowitz, R. 2013. *How to organise the chemistry classroom in a student-*
262 *active mode. In: Eilks, I., Hofstein, A. (Eds.), Teaching Chemistry–A Studybook. Sense*
263 *Publishers*, pp. 183–212.

264 Feldman, B.L.; Tugade, M.M. & Engle, R.W. 2004. Individual differences in working memory
265 capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological Bulletin*, 130: 553–573.

266 Fukuda, K. & Vogel, E.K. 2009. Human variation in overriding attentional capture. *Journal of*
267 *Neuroscience*, 29: 8726–8733.

268 Gaspar, J.M.; Christie, G.J.; Prime, D.J.; Jolicoeur, P. & McDonald, J.J. 2016. Inability to suppress
269 salient distractors predicts low visual working memory capacity. *Proceedings of the National*
270 *Academy of Sciences of the United States of America*, 113: 3693–3698.

271 Gaspelin, N. & Luck, S.J. 2018. Inhibition as a potential resolution to the attentional capture debate.
272 *Current Opinion in Psychology*, 29: 12–18.

273 Gazzaley, A. & Nobre, A.C. 2012. Top-down modulation: Bridging selective attention and
274 working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 16: 129–135.

275 Hofmann, W.; Schmeichel, B.J. & Baddeley, A.D. 2012. Executive functions and selfregulation.
276 *Trends in Cognitive Sciences*, 16: 174–180.

277 Jostmann, N.B. & Koole, S.L. 2007. On the regulation of cognitive control: Action orientation
278 moderates the impact of high demands in Stroop interference tasks. *Journal of Experimental*
279 *Psychology General*, 136: 593–609.

280 Kane, M.J. & Engle, R.W. 2003. Working-memory capacity and the control of attention: The
281 contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference.
282 *Journal of Experimental Psychology General*, 132: 47–70.

283 Kaplan, S. & Berman, M.G. 2010. Directed attention as a common resource for executive
284 functioning and self-regulation. *Perspectives on Psychological Science*, 5: 43–57.

285 Kara, N. 2021. A systematic review of the use of serious games in science education. *Contemporary*
286 *Educational Technology*, 13: 1–13.

287 Kotabe, H.P. & Hofmann, W. 2015. On integrating the components of self-control. *Perspectives*
288 *on Psychological Science*; 10, 618–638.

289 Macaluso, E. 2015. Saliency/Bottom-up attention. *In: Brain Mapping: An Encyclopedic Reference*,
290 pp. 289–294.

291 Malanchini, M.; Engelhardt, L.E.; Grotzinger, A.D.; Harden, K.P. & Tucker, D.E.M. 2019. Same
292 but different: Associations between multiple aspects of self-regulation, cognition, and
293 academic abilities. *Journal of Personality and Social Psychology*, 117: 1164–1188.

294 Megías, M.; Ortells, J.J.; Noguera, C.; Carmona, I. & Marí, B.P. 2020. Semantic negative priming
295 from an ignored single-prime depends critically on prime-mask inter-stimulus interval and
296 working memory capacity. *Frontiers in Psychology*, 11: 1–11.

297 Navarrete, C.C. 2013. Creative thinking in digital game design and development: A case study.
298 *Computers & Education*, 69: 320–331.

299 Ndiokubwayo, K.; Uwamahoro, J. & Ndayambaje, I. 2020. Effectiveness of PhET simulations
300 and YouTube videos to improve the learning of optics in Rwandan secondary schools. *frican*
301 *Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 24: 253–265.

302 North, B.; Diab, M.; Lameris, P.; Zarak, J.; Philippe, S.; Muller, J. & Fischer, H. 2021. Developing
303 a platform for using game-based learning in vocational education and training. *IEEE Global*
304 *Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1345–1352.

305 Nzeyimana, J.C. & Ndiokubwayo, K. 2019. Teachers' role and learners' responsibility in teaching
306 and learning science and elementary technology in Rwanda. *African Journal of Educational*
307 *Studies in Mathematics and Sciences*, 15: 1–16.

308 Ortells, J.J.; Noguera, C.; Álvarez, D.; Carmona, E. & Houghton, G. 2016. Individual differences
309 in working memory capacity modulates semantic negative priming from single prime words.
310 *Frontiers in Psychology*, 7: 1–14.

311 Rahman, A.A.; Najmuddin, A.F.; Abdullah, M.F.; Ibrahim, I.M.; Shaffie, S.S. & Ismail, S.R. 2020.
312 The development of atomic game-based learning for chemistry. *International Journal of*
313 *Academic Research in Business and Social Sciences*, 10: 1364–1372.

- 314 Rubia, K.; Criaud, M.; Wulff, M.; Alegria, A.; Brinson, H.; Barker, G.; Stahl, D. & Giampietro, V.
315 2019. Functional connectivity changes associated with fMRI neurofeedback of right inferior
316 frontal cortex in adolescents with ADHD. *Neuroimage*, 188: 43–58.
- 317 Ruhanen, L.; Axelsen, M. & Bowles, L. 2020. Engaging students through authentic learning:
318 Connecting with international tourism partners. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport &
319 Tourism Education*, 29: 1–7.
- 320 Ruiz, A.A.; Grao, C.A.; Loureiro, N.E. M. & Martínez, L.E.J. 2017. Influence of physical fitness
321 on cognitive and academic performance in adolescents: A systematic review from 2005–
322 2015. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 10: 108–133.
- 323 Sibomana, A.; Karegeya, C. & Sentongo, J. 2021. Effect of cooperative learning on chemistry
324 students' achievement in Rwandan day-upper secondary schools. *European
325 Journal of Education Research*, 10: 2079–2088.
- 326 Wiemers, E.A. & Redick, T.S. 2018. Working memory capacity and intra-individual variability of
327 proactive control. *Acta Psychologica*, 182: 21–31.
- 328 Yilmaz, K. 2011. The cognitive perspective on learning: its theoretical underpinnings and
329 implications for classroom practices. *Clearing House*, 84: 204–212.
- 330 Zanto, T.P. & Rissman, J. 2015. *Top-down suppression*. In: Toga, AW (Ed.), *Brain Mapping*.
331 *Academic Press*, Waltham, pp. 261–267.

332 Received September 9, 2022.

333 Accepted October 25, 2022.

334