

Función lógica desde la memoria de trabajo para la salud mental y el bienestar cognitivo

Logical function from the work memory for mental health and cognitive well-being

George Argota Pérez^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-2560-6749>

María Gilda Reyes Diaz² <https://orcid.org/0000-0002-6607-9247>

Carmen Silvia Klinar Barbuza² <https://orcid.org/0000-0001-7168-3855>

Richard Condori Cruz³ <https://orcid.org/0000-0003-2566-3735>

Jesús Esteban Castillo Machaca³ <https://orcid.org/0000-0003-4595-7589>

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

²Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, Perú.

³Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Puno, Perú.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: george.argota@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La falta de atención al desarrollo del razonamiento lógico mediante juegos didácticos limita la capacidad cognitiva de los estudiantes universitarios.

Objetivo: Evaluar la función lógica desde la memoria de trabajo para la salud mental y el bienestar cognitivo.

Métodos: El estudio se realizó entre julio y diciembre de 2022 en el Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente AMTAWI, Ica, Perú. De una población de 22 estudiantes universitarios de alto rendimiento que son parte de los semilleros de investigación, se seleccionaron 13



mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se les aplicó dos juegos didácticos: adivinanza de cubos de colores (concentración y retención visual), y marcaje y reconocimiento de tres conchas marinas (procesamiento de información y memoria visual). Solo se registró la capacidad de memoria de trabajo para el segundo juego. Se analizaron los resultados con la prueba de U de Mann-Whitney considerándose significativos los resultados a 99 % de confianza.

Resultados: Se registró en promedio 2 errores para la primera réplica, pero en la segunda se redujo a 1 error. El valor U fue 11,0 y el valor p fue 0,25, donde no hubo diferencias significativas entre medianas. Sin embargo, se observó variabilidad en el desempeño desde la retención visual.

Conclusiones: Los juegos didácticos estimularon el desarrollo cognitivo y emocional de los estudiantes, fortaleciendo la función lógica y la memoria de trabajo. Su integración en la enseñanza mejora la retención de información y fomenta habilidades esenciales.

Palabras clave: aprendizaje; comprensión; lógica.

ABSTRACT

Introduction: The lack of care to the development of logical reasoning by means of didactic games limits the cognitive capacity of university students.

Objective: To evaluate the logical function from the work memory for mental health and cognitive well-being.

Methods: The study was carried out at AMTAWI Center of Advanced Investigations and Higher Training in Education, Health and Environment, Ica, Peru between July and December, 2022. From a population of 22 high performance university students of research seedbed, 13 were selected by means of a non-probabilistic sampling by convenience. Two didactic games were applied: colors cubes guessing riddle (concentration and visual retention), marking and recognition of three marine shells (information processing and visual memory). Work memory capacity was only registered for the second game. The results were analyzed with the test of U from Mann-Whitney being considered significant the results at 99 % of confidence.

Results: An average of 2 errors was registered for the first reply, but in the second one was reduced to 1 error. The value U was 11.0 and the value p was 0.25, where there



were no significant differences among medians. However, variability was observed in the performance from the visual retention.

Conclusions: Didactic games stimulated the cognitive and emotional development of students, strengthening the logical function and work memory. Its integration in the teaching process improves the retention of information and foments essential abilities.

Keywords: learning; comprehension; logic.

Recibido: 20/05/2024

Aprobado: 19/08/2024

Introducción

Para promover la salud mental y el bienestar cognitivo es esencial integrar un mecanismo inhibitorio. Este mecanismo, mediante la selección de información relevante y la exclusión de recursos menos pertinentes captados por el sistema visual, contribuye a una ejecución eficiente en las actividades diarias. Implica activar la memoria para dirigir el pensamiento hacia las opciones y tomar decisiones óptimas. Fortalecer este proceso es fundamental para cultivar una función cognitiva adecuada y un equilibrio emocional. Implementar estrategias que potencien este mecanismo no solo mejora la toma de decisiones, sino que también impacta positivamente en la calidad de vida y el desempeño en diversas áreas.^(1,2)

La integración del mecanismo inhibitorio no solo promueve la salud mental y el bienestar cognitivo, sino que también facilita la predicción de logros intelectuales al considerar la manipulación activa de datos como una tarea sistemática en intervalos cortos de tiempo. La memoria de trabajo, como sistema cognitivo esencial, capacita para retener y procesar activamente una cantidad limitada de información interna, siendo crucial en el rendimiento académico y en el desarrollo de habilidades cognitivas esenciales para el aprendizaje y la resolución de problemas en diversas áreas de la vida.^(3,4)



Al examinar las diferencias cognitivas entre los niveles de capacidad de memoria de trabajo (CMT) baja y alta, se destaca la importancia de ciertas regiones cerebrales en este fenómeno. Se considera que las regiones parietal, prefrontal y posterior emiten señales de control atencional, mientras que la región dorsal frontal está asociada con la orientación atencional voluntaria, y las regiones ventrales se activan ante estímulos impulsivos. Esta comprensión más profunda de las funciones cerebrales específicas permite discernir mejor los procesos cognitivos entre individuos con diferentes niveles de CMT. Subraya aún más la relevancia de fortalecer la función lógica desde la memoria de trabajo para la salud mental y el bienestar cognitivo.^(5,6,7)

La medición de la CMT a través de pruebas de desempeño revela la conexión entre esta capacidad y el control atencional. Una teoría sostiene que los individuos que dirigen sus acciones tienden a utilizar su CMT como un indicador válido del control atencional, lo que les permite ser más efectivos en la prestación de atención selectiva.^(8,9) Por ejemplo, la pedagogía como disciplina dedicada al estudio y la práctica de la enseñanza busca constantemente métodos efectivos para mejorar la función lógica desde la memoria de trabajo, lo que a su vez beneficia la salud mental y el bienestar cognitivo de los estudiantes. En este contexto, se ha observado que las explicaciones demostrativas, que implican la presentación práctica y visual de conceptos, tienen un impacto significativo en la mejora de la memoria de trabajo.⁽¹⁰⁾ Este enfoque pedagógico permite a los estudiantes interactuar de manera más activa con la información, lo que puede fortalecer su capacidad para retener y manipular datos en la memoria de trabajo, aspecto crucial para el desarrollo de habilidades cognitivas.

Por otro lado, los juegos educativos e interactivos han demostrado ser eficaces para estimular el pensamiento creativo y promover la construcción comprensiva de conocimientos. Al participar en estos juegos, los estudiantes deben utilizar su memoria de trabajo para recordar reglas, estrategias y patrones, lo que implica una activación y fortalecimiento continuo de esta función cognitiva. Además, al enfrentarse a desafíos y resolver problemas de manera activa, los juegos educativos fomentan el desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales, como la atención selectiva y la planificación, que son esenciales para el funcionamiento óptimo de la memoria de trabajo.^(11,12) Aunque el uso de juegos didácticos produce beneficios significativos, como una mejora en la



memorización y la sensación de éxito, su aplicación en el ámbito universitario sigue siendo poco común. Esta falta de integración puede resultar en la inhibición de ciertas funciones ejecutivas, lo que limita el rendimiento cognitivo y la capacidad de trabajo significativa. Por lo tanto, es fundamental explorar y adoptar enfoques pedagógicos innovadores que aprovechen el potencial de los juegos didácticos para fortalecer la función lógica desde la memoria de trabajo y, así, mejorar la salud mental y el bienestar cognitivo en el nivel universitario.

El objetivo del estudio fue evaluar la función lógica desde la memoria de trabajo para la salud mental y el bienestar cognitivo.

Métodos

El estudio de nivel descriptivo se realizó de julio a diciembre de 2022 en el Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente AMTAWI, Ica-Perú. Se eligió este centro debido a su enfoque en la investigación interdisciplinaria y su potencial en contribuir al entendimiento de la función lógica desde la memoria de trabajo para mejorar la salud mental y el bienestar cognitivo.

De una población de 22 estudiantes de alto rendimiento que son parte de los semilleros de investigación de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, se seleccionaron 13 mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Esta elección se fundamentó en la disponibilidad y el compromiso previo de los estudiantes con la investigación en la institución. Asimismo, se consideró su disposición hacia el aprendizaje del pensamiento crítico y analítico, aspectos esenciales para fortalecer la función lógica desde la memoria de trabajo.

Para evaluar la capacidad de memoria de trabajo y su relación con la función lógica, se diseñaron dos juegos didácticos con diferentes niveles de complejidad. El primero consistió en la adivinanza de cubos de colores, que sirvió como actividad preparatoria para estimular la concentración mental y la capacidad de retención de información. Posteriormente, se implementó el segundo juego, que implicó el marcaje y reconocimiento de tres conchas de mar entre un total de 100 conchas. Estos juegos



fueron seleccionados cuidadosamente para evaluar la función lógica desde la memoria de trabajo, ya que requieren habilidades cognitivas como la atención selectiva, la memoria visual y la capacidad de procesamiento de información.

Cada juego didáctico se repitió dos veces para garantizar la consistencia de los resultados y permitir una evaluación más precisa de la función lógica desde la memoria de trabajo. En el primer juego la participación correspondió a dos estudiantes, mientras que en el segundo juego fueron tres. Esta distribución se justificó para proporcionar una atención individualizada adecuada y garantizar que los participantes puedan enfrentar los desafíos cognitivos planteados por cada juego.

Durante el juego de la adivinanza de colores, se presentaron seis colores que se repitieron tres veces, lo que requirió una capacidad de retención y recuerdo visual por parte de los estudiantes universitarios. En el segundo juego, se midió el tiempo en segundos empleado por cada participante. Esta elección se justificó por la necesidad de evaluar la velocidad de procesamiento y la eficiencia cognitiva, aspectos clave de la función lógica desde la memoria de trabajo para la salud mental y el bienestar cognitivo. Para analizar los resultados, se utilizó el programa estadístico profesional Statgraphics Centurion v19. La comparación de las medianas para el tiempo empleado en el segundo juego didáctico se realizó mediante la prueba de U de Mann-Whitney. Esta prueba se seleccionó por su idoneidad para comparar dos grupos independientes cuando los datos no siguen una distribución normal o cuando se trabaja con variables ordinales. Los resultados obtenidos se consideraron significativos para un nivel de significancia $\alpha=0,01$, lo que garantiza una alta confiabilidad en las conclusiones derivadas del análisis estadístico.

Con respecto a las consideraciones éticas, se informó a los participantes sobre el objetivo del estudio y se les ofreció la oportunidad de participar voluntariamente, garantizando que no se revelaría su nombre completo en ningún momento. Además, se aseguró a los participantes que los resultados obtenidos se comunicarían de manera objetiva y respetuosa. Es importante destacar que no se manipularon los datos para cumplir con el objetivo del estudio. Esta transparencia y respeto hacia los participantes son fundamentales para garantizar la integridad ética de la investigación.



Resultados

La tabla presenta los errores de coincidencia (EC) en el juego didáctico de marcaje y reconocimiento de tres conchas, que se utilizó para evaluar la capacidad de memoria de trabajo de los participantes.

Tabla. Error de coincidencia en el juego didáctico del marcaje y reconocimiento de las tres conchas

Estadígrafo	Réplica 1	EC	Réplica 2	EC
	1:06	2	0:48	1
	0:57	2	0:36	2
	1:24	3	1:05	1
	1:19	1	0:39	1
	0:31	1	0:48	1
	1:26	2	1:03	2
Me		2,0		1,0
CV(%)		41,06		38,73

Me=mediana; CV=coeficiente de variación

En la primera réplica del juego, los participantes cometieron un promedio de 2 errores de coincidencia, lo que indicó una capacidad variable para retener y manipular la información visual necesaria para el juego. Esta variabilidad en el desempeño pudo estar relacionada con diferencias individuales en la función lógica desde la memoria de trabajo.

Algunos participantes pudieron tener una capacidad de memoria de trabajo más fuerte, lo que les permitió cometer menos errores, mientras que otros mostraron más dificultades para mantener la información en su memoria de trabajo. En la segunda réplica, hubo una mejora en el desempeño, con un promedio de un error de coincidencia. Esta mejora sugiere que los participantes pudieron aprender de la experiencia previa y aplicar estrategias de memoria de trabajo más efectivas en la segunda réplica del juego. La capacidad de aprender de los errores y adaptarse es una habilidad importante asociada con la función lógica desde la memoria de trabajo, y esta mejora en el desempeño puede ser indicativa de un proceso de aprendizaje continuo y una mejoría en la salud mental y el bienestar cognitivo.



A pesar de la mejora en el desempeño, persistió una notable variabilidad en los resultados y se evidenció por un coeficiente de variación de 41,1 % en la primera réplica, y de 38,7 % en la segunda. Esto sugiere que, aunque algunos participantes mejoraron su precisión, otros aún enfrentaron desafíos en la retención y manipulación de la información visual, lo que podría afectar su salud mental y bienestar cognitivo a largo plazo. Estos hallazgos subrayan la relevancia de la función lógica desde la memoria de trabajo para la salud mental y el bienestar cognitivo, resaltando la necesidad de estrategias efectivas para mejorar esta función en contextos educativos.

La figura muestra que el valor de la prueba U fue igual a 11,0 y el valor p fue de 0,25 (mayor que 0,01). Por lo tanto, no hubo diferencias significativas entre las medianas de las réplicas 1 y 2 para la capacidad de memoria de trabajo, con un nivel de confianza de 99 %.

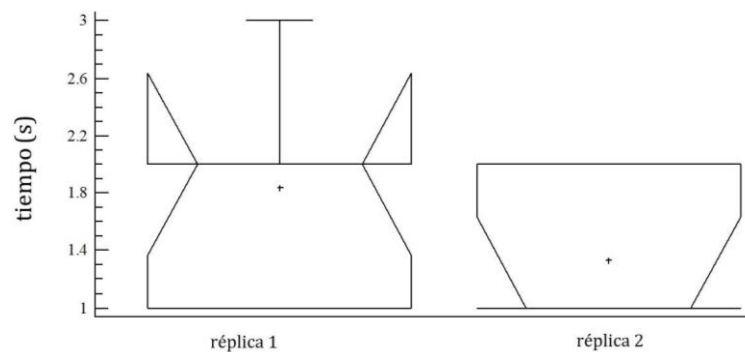


Fig. Mediana en relación al error de coincidencia en el juego didáctico de marcaje y reconocimiento de las tres conchas

Discusión

El primer juego didáctico basado en la adivinanza de colores se diseñó con el propósito de fomentar la agudeza mental y la concentración. En este contexto, la dinámica de "competencia entre los estudiantes" se enraizó en un enfoque pedagógico de aprendizaje cooperativo. Este enfoque no solo incentivó la competencia saludable entre los participantes, sino que también promovió la colaboración y el intercambio de conocimientos entre ellos. Al trabajar juntos para resolver las adivinanzas de colores,

desarrollaron habilidades de resolución de problemas, a la vez que fortalecieron su capacidad para trabajar en equipo y apoyarse mutuamente en el proceso de aprendizaje. Esta combinación de competencia y cooperación estimuló su interés en el juego y enriqueció su experiencia educativa, al brindarles una oportunidad para crecer tanto individual como colectivamente.⁽¹³⁾

Aunque pueda no ser evidente a primera vista, el juego de la adivinanza de los cubos de colores se sustentó en la habilidad de resolver problemas mediante un análisis lógico destinado a completar la secuencia de colores. La relación de este juego con el segundo radicó en apreciar la observación como una actividad evaluativa de gran relevancia. En este sentido, ambos juegos se entrelazaron mediante la aplicación de habilidades cognitivas, e impulsaron a los participantes a ejercitar su capacidad de análisis, discernimiento y síntesis; este enfoque nutrió el aspecto lúdico de la actividad. Así, se destaca la importancia de la observación y el análisis lógico como fundamentos clave en la promoción del pensamiento crítico y la adquisición de habilidades cognitivas avanzadas entre los participantes.^(14,15)

A pesar de que no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,25$) en el análisis de la capacidad de memoria de trabajo, los juegos didácticos proporcionaron una plataforma para atribuir un valor concreto al contenido aprendido, mediante la aplicación de actividades mentales prácticas. Este hallazgo, aunque no alcanzó la significancia estadística convencional, resalta la riqueza de las experiencias prácticas en la construcción del conocimiento. La utilización de juegos didácticos no solo permitió la aplicación práctica de los conceptos aprendidos, sino que también facilitó la internalización y consolidación de dichos conocimientos a través de la participación activa de los estudiantes. Por lo tanto, esta discusión sugiere que, más allá de los resultados estadísticos, la integración de actividades prácticas en el proceso educativo puede enriquecer significativamente la comprensión y retención del contenido.⁽¹⁶⁾

La integración de juegos en las prácticas educativas diarias de los docentes es una práctica poco común. Esta falta de aplicación podría tener un impacto significativo en la capacidad de memoria a corto plazo de los estudiantes, dado que la ausencia de entrenamiento en este sentido limita la efectividad demostrada del proceso de aprendizaje. Esta discusión subraya la necesidad de considerar estrategias educativas



más dinámicas y participativas que involucren el uso de juegos como herramientas efectivas para mejorar la retención y comprensión del contenido. Al hacerlo, no solo se promueve un ambiente de aprendizaje más estimulante y participativo, sino que también se potencia el desarrollo cognitivo de los estudiantes mediante la práctica activa y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.^(17,18)

Esta perspectiva posiblemente haya tenido un impacto en el desarrollo del segundo juego didáctico, dado que los estudiantes no contaron con la oportunidad de construir sus aprendizajes a partir de experiencias prácticas previas, especialmente en un contexto real. Esta reflexión resalta la importancia de proporcionarles oportunidades significativas de aprendizaje que vayan más allá de la teoría y que incorporen elementos tangibles y experiencias concretas. Al carecer de esta base de entrenamiento práctico, podrían enfrentar dificultades para relacionar los conceptos aprendidos en el juego con situaciones reales, lo que puede limitar la profundidad de su comprensión y aplicación del contenido. Por lo tanto, esta discusión resalta la necesidad de diseñar experiencias educativas que integren tanto la teoría como la práctica de manera holística, a fin de enriquecer el proceso de aprendizaje y facilitar la transferencia de conocimientos a situaciones del mundo real.⁽¹⁹⁾

La principal limitación en este estudio fue el número bajo de los participantes, así como la escasez de juegos didácticos empleados y el periodo de tiempo restringido para llevar a cabo las repeticiones necesarias que conferirían significancia a los resultados. Estas limitaciones fundamentales resaltan la importancia de considerar cuidadosamente tanto el tamaño como la diversidad de la muestra, así como la variedad y la duración de las intervenciones, para asegurar la validez y la fiabilidad de los hallazgos. Abordar estas limitaciones en futuras investigaciones sería crucial para lograr una comprensión más completa y sólida de los efectos de la integración de juegos didácticos en el ámbito educativo. Por ende, esta discusión destaca la necesidad de una planificación meticulosa y una ejecución rigurosa en el diseño de estudios, con el fin de obtener conclusiones sólidas y generalizables.

Se concluye que, los juegos didácticos representaron un estímulo emocional que posibilitó el desarrollo de la función lógica dentro de la memoria de trabajo, contribuyendo así a la salud mental y el bienestar cognitivo de los estudiantes



universitarios. Aunque la variación en la observación de objetos no resultó significativa, se sugiere la implementación de juegos didácticos en la enseñanza, especialmente en los semilleros de investigación, para fortalecer la retención de información válida y el desarrollo de competencias. La exploración de juegos didácticos revela su papel fundamental en el desarrollo cognitivo y la salud mental, enriqueciendo la experiencia educativa y fortaleciendo habilidades esenciales. Es crucial considerar estrategias educativas más dinámicas que incorporen juegos como herramientas efectivas para mejorar la retención y comprensión del contenido, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos tanto académicos como cotidianos.

Referencias bibliográficas

1. Bulley A, Schacter DL. Deliberating trade-offs with the future. *Nat. Hum. Behav.* 2020 [citado 13/12/2023];4(3):238-47. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7147875/pdf/nihms-1577612.pdf>
2. Chueh TY, Hung CL, Chang YK, Huang CJ, Hung TM. Effects of cognitive demand during acute exercise on inhibitory control and its electrophysiological indices: A randomized crossover study. *Physiology and Behavior.* 2023 [citado 16/01/2024];265:114148. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031938423000768>
3. Waters NE, Ahmed SF, Tang S, Morrison FJ, Davis Kean PE. Pathways from Socioeconomic Status to Early Academic Achievement: The Role of Specific Executive Functions. *Early Child Res Q.* 2021 [citado 18/12/2023];54:321-31. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7839968/pdf/nihms-1632085.pdf>
4. Benedek M. On the relationship between creative potential and creative achievement: Challenges and future directions. *Learning and Individual Differences.* 2024 [citado 28/03/2024];110:102424. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Mathias-Benedek/publication/378376436_On_the_relationship_between_creative_potential_and_creative_achievement_Challenges_and_future_directions/links/65dc44b3adf2362b635



[7e5d4/On-the-relationship-between-creative-potential-and-creative-achievement-Challenges-and-future-directions.pdf](#)

5. Bourgeois A, Guedj C, Carrera E, Vuilleumier P. Pulvino-cortical interaction: An integrative role in the control of attention. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2020 [citado 15/12/2023];111:104-13. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0149763418307991?via%3Dihub>
6. Li H, Han Y, Niu H. Greater up-modulation of intra-individual brain signal variability makes a high-load cognitive task more arduous for older adults. *NeuroImage*. 2024 [citado 28/03/2024];290:120577. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811924000727?via%3Dihub>
7. Popp JL, Thiele JA, Faskowitz J, Seguin C, Sporns O, Hilger K. Structural-functional brain network coupling predicts human cognitive ability. *NeuroImage*. 2024 [citado 28/03/2024];290:120563. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Kirsten-Hilger/publication/379029912_Structural-Functional_Brain_Network_Coupling_Predicts_Human_Cognitive_Ability/links/65fd5c70f3b56b5b2d1ee4c5/Structural-Functional-Brain-Network-Coupling-Predicts-Human-Cognitive-Ability.pdf
8. Megías M, Ortells JJ, Noguera C, Carmona I, Marí Beffa P. Semantic negative priming from an ignored single-prime depends critically on prime-mask inter-stimulus interval and working memory capacity. *Front. Psychol*. 2020 [citado 17/01/2024];11:1227. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7296074/pdf/fpsyg-11-01227.pdf>
9. Kurtin DL, Scott G, Hebron H, Skeldon AC, Violante IR. Task-based differences in brain state dynamics and their relation to cognitive ability. *NeuroImage*. 2023 [citado 29/03/2024];271:119945. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811923000927>
10. Oppici L, Rudd JR, Buszard T, Spittle S. Efficacy of a 7-week dance (RCT) PE curriculum with different teaching pedagogies and levels of cognitive challenge to improve working memory capacity and motor competence in 8-10 years old children. *Psychology of Sport and Exercise*. 2020 [citado 26/03/2024]. Disponible en:



[http://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/12496/8/Efficacy%20of%20a%207-week%20dance%20\(RCT\)%20PE%20curriculum.pdf](http://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/12496/8/Efficacy%20of%20a%207-week%20dance%20(RCT)%20PE%20curriculum.pdf)

11. Almeida F. Adoption of a serious game in the developing of emotional intelligence skills. Eur. J. Investig. Health Psychol. Educ. 2020 [citado 10/12/2023];10:30-43. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2254-9625/10/1/4>
12. Kara N. A systematic review of the use of serious games in science education. Contemporary Educational Technology. 2021 [citado 11/12/2023];13(2):ep295. Disponible en: <https://www.cedtech.net/download/a-systematic-review-of-the-use-of-serious-games-in-science-education-9608.pdf>
13. Sibomana A, Karegeya C, Sentongo J. Effect of cooperative learning on chemistry students' achievement in Rwandan day-upper secondary schools. European Journal of Education Research. 2021 [citado 17/12/2023];10(4):2079-88. Disponible en: https://pdf.eu-jer.com/EU-JER_10_4_2079.pdf
14. Dorimana A, Uworwabayeho A, Nizeyimana G. Examining mathematical problem-solving beliefs among Rwandan secondary school teachers. International Journal of Learning, Teaching and Educational Research. 2021 [citado 22/11/2023];20(7):227-40. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/353916457_Examining_Mathematical_Problem-Solving_Beliefs_among_Rwandan_Secondary_School_Teachers
15. Argota Pérez G, Yallico Calmett RM, Marín Mamani G, Álvarez Becerra RM, Iannacone J, Córdova Salas CR, et al. Hermenéutica de la observación mediante evaluaciones escritas para el planteamiento del problema de investigación y la formulación al problema científico. The Biologist (Lima). 2020 [citado 23/11/2023];18(2):315-25. Disponible en: https://www.academia.edu/84206267/Hermenéutica_De_La_Observación_Mediante_Evaluaciones_Escritas_Para_El_Planteamiento_Del_Problema_De_Investigación_y_La_Formulación_Al_Problema_Científico
16. Ndiokubwayo K, Uwamahoro J, Ndayambaje I. 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. 2020 [citado 13/12/2023];24(2):253-65. Disponible en:



https://www.researchgate.net/profile/Kizito-Ndihokubwayo/publication/344807945_Effectiveness_of_PhET_Simulations_and_YouTube_Videos_to_Improve_the_Learning_of_Optics_in_Rwandan_Secondary_Schools/links/655f71f8b86a1d521b02ee2f/Effectiveness-of-PhET-Simulations-and-YouTube-Videos-to-Improve-the-Learning-of-Optics-in-Rwandan-Secondary-Schools.pdf

17. Byusa E, Kampire E, Mwesigye AR. Analysis of teaching techniques and scheme of work in teaching chemistry in Rwandan secondary schools. *Eurasia J Math Sci and Tech Ed.* 2020 [citado 07/11/2023];16(6):em1848. Disponible en: <https://www.ejmste.com/download/analysis-of-teaching-techniques-and-scheme-of-work-in-teaching-chemistry-in-rwandan-secondary-7833.pdf>

18. Nunes da Silva Júnior J, Sousa Lima MA, Torres Ávila Pimenta A, Nunes FM, Silva de Sousa U, Melo Leite Júnior AJ, et al. Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions. *Education for Chemical Engineers.* 2021;34(1):106-14.

19. Ruhanen L, Axelsen M, Bowles L. Engaging students through authentic learning: Connecting with international tourism partners. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education.* 2021 [citado 22/12/2023];29:100291. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1473837620302276>

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en la investigación.

Contribución de los autores

George Argota Pérez: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, supervisión, validación, visualización, redacción, revisión, edición. (40 %)

María Gilda Reyes Diaz: Supervisión, visualización, revisión, edición. (15 %)

Carmen Silvia Klinar Barbuza: Supervisión, visualización, revisión, edición. (15 %)

Richard Condori Cruz: Investigación, supervisión, visualización. (15 %)

Jesus Esteban Castillo Machaca: Investigación, supervisión, visualización. (15 %)

