

Prácticas experimentales para fortalecer el aprendizaje de la Biología en estudiantes de Bachillerato

Rocio Natividad Morejón Lucio
<https://orcid.org/0000-0003-2629-7036>
rmorejon6220@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador
Unidad Educativa "Narciso Cerda Maldonado"
Cotopaxi-Ecuador

Lilian Sosa Fernandez-Aballi
<https://orcid.org/0000-0002-3460-4297>
lilian.sosa@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo
Manabí-Ecuador

Recibido (16/02/2023), Aceptado (23/06/2023)

Resumen: Esta investigación tiene como objetivo fortalecer el aprendizaje de la Biología a través de prácticas experimentales en los estudiantes de bachillerato. Se realizó un diseño cuasiexperimental, con enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, con una metodología explicativa, descriptiva, de campo y comparativa, mediante los métodos inductivo-deductivo y descriptivo. La muestra fue de 56 estudiantes divididos en un grupo experimental y un grupo de control. Para determinar diferencias entre las notas obtenidas en los test de glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos se empleó la prueba U de Mann Whitney, y la prueba Wilcoxon se utilizó para establecer si existían diferencias significativas entre el pretest y postest de biomoléculas en cada grupo con un nivel de significancia $p < 0.05$. Al comparar los resultados del pretest y el postest se puede evidenciar que las prácticas experimentales tienen un impacto significativo en el rendimiento académico de los estudiantes. En conclusión, las prácticas experimentales áulicas mejoran en gran medida el rendimiento de los estudiantes.

Palabras clave: prácticas experimentales, enseñanza-aprendizaje, biología.

Experimental practices to strengthen the learning of Biology in high school students

Abstract. - This paper presents an educational design that develops, implements, and evaluates certain educational games to support teaching and learning biology in secondary school. A quasi-experimental design was employed in which biology was taught to an experimental group using educational games while a control group was taught using traditional methods. The quasi-experiment was conducted in the first year of a technical high school, with two biology teachers assigned to each of the groups involved in the study. Both the control group and the experimental group consisted of 40 students. The study used observation guides, surveys, and questionnaires to collect data. The results demonstrate that educational games positively impact the teaching and learning of biology.

Keywords: experimental practices, teaching-learning, biology.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la educación avanza a pasos agigantados, sobre todo en los países desarrollados y la principal preocupación es la calidad educativa de la población. La educación es un derecho universal para todos los niños y niñas, fundamental para el desarrollo del país [1], [2]. Es así que, países como China y Japón desde un inicio comprendieron que las áreas de mayor interés e importancia para la humanidad son la educación y la ciencia.

Entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible promulgado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) el 25 de septiembre de 2015 y asumido por 193 países, se estableció el Objetivo 4 "Educación de calidad", mediante este objetivo se pretende que las niñas, niños y adolescentes alcancen una educación de calidad hasta 2030, como mecanismo para lograr el desarrollo sostenible [1], [2]. En este sentido, las pruebas PISA 2018 en el área de ciencias para Latinoamérica, demuestran que Chile y Uruguay se destacan por presentar un alto nivel educativo. Mientras que, el resto de países de Latinoamérica incluido Ecuador presentan una crisis silenciosa en el ámbito educativo, e incluso antes de la pandemia COVID-19 no registran un avance destacado. En el periodo 2018-2019, el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) de Ecuador, evaluó los conocimientos y actitudes básicas de 299.717 estudiantes, obteniendo como resultado un promedio total de 7,70 puntos sobre 10 y un nivel de logro Elemental [3].

Actualmente en Ecuador se ha incentivado el uso de laboratorios, a través de prácticas, propuestas al finalizar cada unidad del texto del Ministerio de Educación del Ecuador. En el 2017, la Subsecretaría de Fundamentos Educativos a través de la Dirección Nacional de Currículo lideró la construcción de la guía de sugerencias de actividades experimentales, donde se ratifica que la Biología se fundamenta en la experimentación, la observación constante, la interpretación, análisis y comunicación de resultados. La guía plantea que estas destrezas se logran con la práctica constante y en espacios idóneos como los laboratorios [4], por lo que, presenta fichas de actividades experimentales adaptadas a materiales existentes en laboratorios básicos de las instituciones educativas o que sean de fácil adquisición para los estudiantes.

Las prácticas experimentales complementan el proceso de aprendizaje de Biología y permiten que el estudiante comience a pensar como un científico y a desarrollar el conocimiento [5]–[7]. Definitivamente, las actividades prácticas deben ser desarrolladas durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología, esto despertará mayor interés y motivación en los estudiantes y por consiguiente, descubren su potencial por la ciencia [7].

Es importante mencionar que, a partir del 2011 se cambió el sistema educativo ecuatoriano, pasando de las especialidades donde se disponía de cinco a seis periodos de clases semanales por asignatura. Mientras que, ahora bajo el modelo de educación actual "Bachillerato General Unificado" la asignatura de Biología tan solo dispone de dos periodos semanales, para abordar la teoría y planificar prácticas experimentales áulicas. En la Unidad Educativa "Narciso Cerda Maldonado", además de reducción de periodos de clases, otro de los principales problemas para el desarrollo de actividades experimentales de Biología, es la carencia de un laboratorio básico de ciencias, y que los pocos materiales y equipos de laboratorio disponibles se encuentran guardados en bodegas deteriorándose sin ningún uso.

Por todo lo antes expuesto, el objetivo de esta investigación es determinar como la implementación de prácticas experimentales áulicas en la asignatura de Biología, incide en el rendimiento académico de los estudiantes de Segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa "Narciso Cerda Maldonado".

II. DESARROLLO

A. Modelo pedagógico tradicional

Desde la antigüedad el estudio de la Biología se ha basado en el método tradicional de enseñanza-aprendizaje por transmisión – recepción, donde el docente expone y el estudiante es el receptor, memorístico, sin considerar las capacidades, necesidades y destrezas de los estudiantes, limitando las habilidades de investigación y criticidad, es decir, con un aprendizaje sin evolución [8]. Por lo que, esta perspectiva de enseñanza-aprendizaje de la ciencia desconoce la complejidad y dinámica de construcción del conocimiento. De modo que, el aprendizaje se rige a una manera repetitiva y poco analítica [8], [9]. Es evidente que, esta pedagogía carece de estrategias y metodologías para el desarrollo normal del proceso educativo y el cumplimiento de objetivos de la enseñanza-aprendizaje. Si bien es cierto, el aprendizaje de Biología promueve el entendimiento de los fenómenos relacionados con la vida, es mejor si el estudiante lo relaciona con la realidad cotidiana, de modo que, disfrute de la clase y construya un aprendizaje activo [9].

B. Prácticas experimentales áulicas

Las prácticas son fundamentales en la didáctica de la Biología, estas favorecen y promueven el aprendizaje y fomentan el interés del estudiante por aprender, participar y relacionarse con las ciencias biológicas, es decir, el estudiante aprende haciendo. También, el material teórico sirve de base para el desarrollo de las prácticas áulicas y durante la aplicación el estudiante aprende a cuestionar los saberes y los confronta con la realidad de forma tangible y entretenida [10], [11]. Por otra parte, en la realización de prácticas experimentales áulicas una de las principales desventajas es el factor tiempo que a la vez influye en su eficacia. Además, de la falta de espacios adecuados, materiales, cantidad de estudiantes, motivación y disposición de estudiantes y docentes [10]. Otros autores afirman que, las prácticas son fundamentales durante el estudio de la Biología, esto permite que el estudiante se interese más por los temas experimentales y fortalece el aprendizaje colaborativo [9].

C. Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo surge cuando el estudiante construye su propio conocimiento y se basa en los conocimientos previos del individuo y los conocimientos nuevos que va adquiriendo. Para lograr el aprendizaje significativo, el docente debe explorar los conocimientos previos de los estudiantes, el cual se produce cuando se conecta una nueva información con un concepto relevante persistente en las estructuras cognitivas de los estudiantes y funcionan como punto de anclaje de los conocimientos adquiridos [12]. Entonces, durante el proceso del aprendizaje significativo del estudiante se evidencian actividades y actitudes significativas, es decir, manifiesta seguridad e interés, trabaja con atención, autonomía, creatividad e imaginación [11], [13]. Indudablemente, la finalidad de aprendizaje significativo es relacionar las ideas expresadas simbólicamente con lo que le estudiante ya sabe y su posterior reflexión, los cuales pueden ser producto de experiencias significativas anteriores, escolares, extraescolares e incluso aprendizaje espontáneo [11], [12].

D. Biomoléculas

A partir de las biomoléculas se establece el origen de la vida. Las biomoléculas como los glúcidos, lípidos, ácidos nucleicos y proteínas presentan en su estructura principalmente átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno [9]. En el estudio de la Biología es fundamental para los estudiantes el conocimiento de la estructura y función de las biomoléculas, además del aporte y beneficio para el cuerpo humano [9], [13]. Para enseñar biomoléculas es necesario aplicar la metodología del aprendizaje activo, es decir, que los temas tratados en el aula se relacionen con el entorno del lugar de residencia de los estudiantes y de ser posible con ejemplos prácticos [9]. Por lo que el docente debe buscar estrategias adecuadas para impartir el contenido este contenido [14]. Una de estas estrategias es, la implementación de prácticas áulicas o de laboratorio con materiales sencillos y de uso diario en las casas, para la identificación de biomoléculas, sin descartar que se debe disponer de instrumentos y sustancias básicas de laboratorio [9], [13].

II. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para esta investigación fue de tipo cuasi experimental. Se utilizó una muestra no probabilística de 56 estudiantes con edades entre 16 y 17 años del Segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa "Narciso Cerda Maldonado" periodo 2022-2023. La muestra se dividió en dos grupos: un grupo de control conformado por 29 estudiantes y un grupo experimental compuesto por 27 estudiantes. El grupo de control recibió las clases habituales donde se utilizaron presentaciones en PowerPoint, libros, videos e imágenes como complementos didácticos. Mientras que, el grupo experimental además de recibir las clases habituales realizó cuatro prácticas experimentales áulicas relacionadas con la temática de biomoléculas. Las prácticas experimentales desarrolladas fueron: (I) Identificación de almidón en alimentos empleando la prueba del lugol), (II) Identificación de lípidos en alimentos empleando la prueba de Sudan III, (III) Identificación de proteínas en alimentos empleando el reactivo Biuret y (IV) Extracción de ADN a partir de plátano, frutilla e hígado de pollo.

Para determinar los conocimientos básicos sobre biomoléculas de los estudiantes que inician el Segundo de Bachillerato, se aplicó un pre test de 14 preguntas de selección múltiple a todos los estudiantes. Posteriormente, al concluir cada subtema de biomoléculas (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos), se realizó un test de preguntas de selección múltiple para ambos grupos. Al finalizar la unidad de biomoléculas todos los estudiantes contestaron un pos test de 14 preguntas de selección múltiple sobre biomoléculas.

A todos los test se le asignó una puntuación máxima de 10 puntos. Los puntajes obtenidos se categorizaron empleando la escala que establece el Ministerio de Educación: 9,00-10,00 puntos Domina los Aprendizajes Requeridos (DAR), 7,00-8,99 puntos Alcanza los Aprendizajes Requeridos (AAR), 4,01-6,99 puntos Próximos Alcanzar los Aprendizajes Requeridos (PAAR), < 4,00 puntos No Alcanza los Aprendizajes Requeridos (NAAR).

Las variables categóricas se describieron mediante frecuencia o porcentaje, mientras que las variables numéricas mediante media y desviación estándar. La prueba U de Mann Whitney se empleó para determinar si existían diferencias entre las notas obtenidas en los test en función del grupo, mientras que la prueba Wilcoxon se utilizó para establecer si existían diferencias significativas entre las notas obtenidas en el pre test y el pos test de biomoléculas en cada grupo. Todas las pruebas se realizaron con nivel de significación estadística bilateral de 0,05 utilizando el programa estadístico SPSS® versión 25.0 para Windows.

IV. RESULTADOS

B. Aplicación de los test de las biomoléculas

En la figura 1, se aprecia que el 20,69 % de los estudiantes del grupo de control domina los aprendizajes requeridos en test de glúcidos, en contraste con los resultados obtenidos por el grupo experimental, donde el 62,96 % de los estudiantes dominan los aprendizajes requeridos. Esta diferencia en las notas obtenidas en el test, puede estar asociada al desarrollo de la práctica identificación de almidón en alimentos mediante la prueba del Lugol, por el grupo experimental, en la cual los estudiantes reforzaron los conocimientos teóricos. Algo similar ocurrió con, Palate [9] quien trabajó con un grupo de control y dos grupos experimentales y en la aplicación del test de glúcidos los estudiantes obtuvieron un promedio de 6,20.

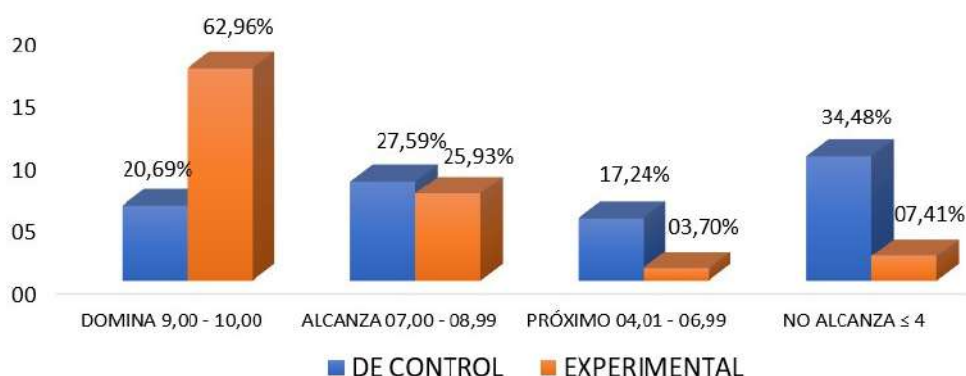


Fig. 1. Rendimiento académico en el test de glúcidos del grupo de control y del grupo experimental.

Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

Los resultados obtenidos test de lípido fueron similares en ambos grupos, llama la atención el alto porcentaje de estudiantes que no alcanza los aprendizajes requeridos, grupo de control (51,72 %) y grupo experimental (44,44 %) (Fig. 2). Estos resultados podrían estar relacionados con la complejidad del tema, atención, participación y motivación de los estudiantes durante la clase. Al respecto Lemus [15] sostiene que, durante las pruebas escritas los estudiantes no tienen el mismo rendimiento que durante las prácticas, muchas veces, no expresan correctamente lo que aprendieron porque no manejan con facilidad y fluidez algunos términos biológicos. De hecho, los estudiantes deben dedicar más tiempo a la lectura.



Fig. 2. Rendimiento académico en el test de lípidos del grupo de control y del grupo experimental.

Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

Los resultados obtenidos test de lípido fueron similares en ambos grupos, llama la atención el alto porcentaje de estudiantes que no alcanza los aprendizajes requeridos, grupo de control (51,72 %) y grupo experimental (44,44 %) (Fig. 2). Estos resultados podrían estar relacionados con la complejidad del tema, atención, participación y motivación de los estudiantes durante la clase. Al respecto Lemus [15] sostiene que, durante las pruebas escritas los estudiantes no tienen el mismo rendimiento que durante las prácticas, muchas veces, no expresan correctamente lo que aprendieron porque no manejan con facilidad y fluidez algunos términos biológicos. De hecho, los estudiantes deben dedicar más tiempo a la lectura.

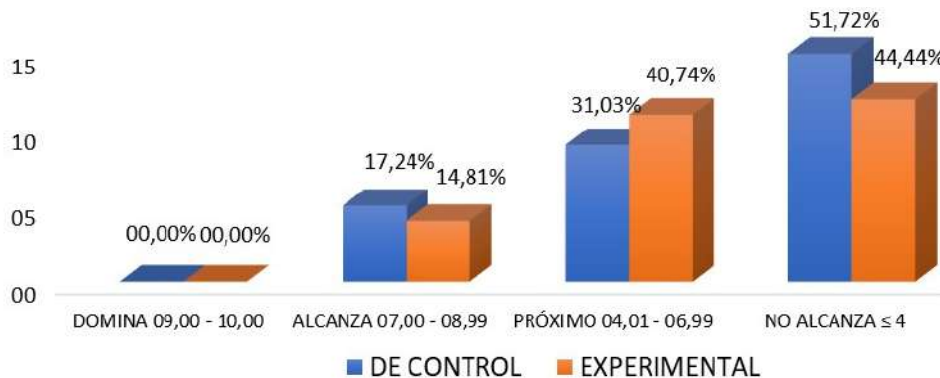


Fig. 3. Rendimiento académico en el test de proteínas del grupo de control y del grupo experimental.

Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

En la Fig. 4 de los resultados del test de ácidos nucleicos donde es evidente que las calificaciones obtenidas fueron homogéneas, en ambos grupos se apreció que más del 60 % de los estudiantes dominan o alcanzan los aprendizajes requeridos.

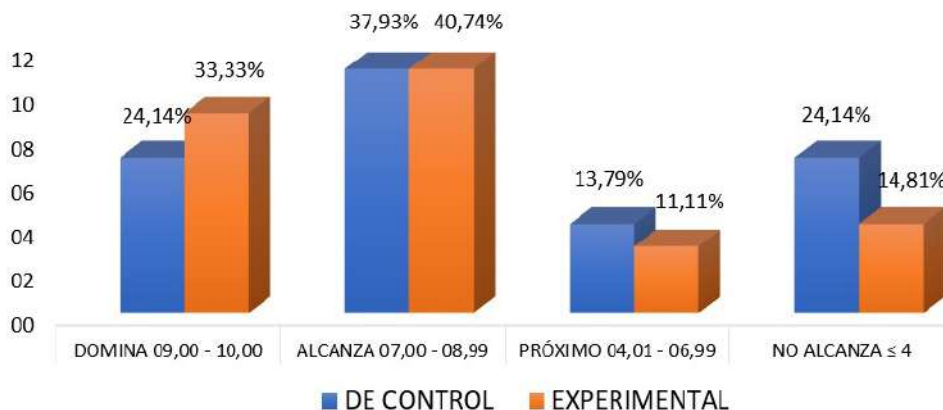


Fig. 4. Rendimiento académico del test de ácidos nucleicos del grupo de control y del grupo experimental.

Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

En la tabla 1 se muestran las comparaciones de las notas obtenidas por los estudiantes en los test de glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, apreciándose promedios más altos en los estudiantes del grupo experimental. Lo que sugiere que, la implementación de las prácticas experimentales áulicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las biomoléculas en la asignatura de Biología, mejora notablemente el rendimiento académico de los estudiantes. Varios estudios, afirman que la Biología es una disciplina requiere de prácticas experimentales para obtener un aprendizaje significativo [16], [17]. Las prácticas experimentales permiten que los estudiantes refuercen la teoría y desarrollen una serie de competencias como la indagación, argumentación, interpretación, además, promueven el pensamiento científico.

Tabla. 1. Comparación de las notas obtenidas en los test sobre biomoléculas entre el grupo experimental y de control.

TEST	Notas		p-valor †
	Realizó prácticas experimentales áulicas (n=27)	No realizó prácticas experimentales áulicas (n=29)	
Glúcidos	8,81 ± 2,02	6,21 ± 3,04	0,000**
Lípidos	5,26 ± 1,77	4,76 ± 2,23	0,358 ^{ns}
Proteínas	9,21 ± 1,70	7,49 ± 2,15	0,000**
Ácidos nucleicos	7,19 ± 2,18	6,62 ± 2,31	0,323 ^{ns}

Media ± Desviación estándar.
 † P-valores se calcularon usando la prueba U de Mann Whitney
 * Diferencia significativa.
 ** Diferencia altamente significativa.
^{ns} Diferencia no significativa.

Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

En la Fig. 5 se muestran los resultados obtenidos por los estudiantes en el pretest, evidenciándose que los estudiantes que inician el segundo de bachilleratos están próximos a alcanzar o no alcanzan los aprendizajes requeridos básicos sobre biomoléculas. Resultados similares obtuvo Palate [9], en su investigación, donde aplicó un test de conocimientos sobre biomoléculas a tres cursos de primero de bachillerato, obteniendo un promedio de notas de 6,22 puntos, manifestando que la falta de espacio, tiempo, motivación en la clase y la virtualidad fueron las principales causas del bajo rendimiento de los estudiantes.

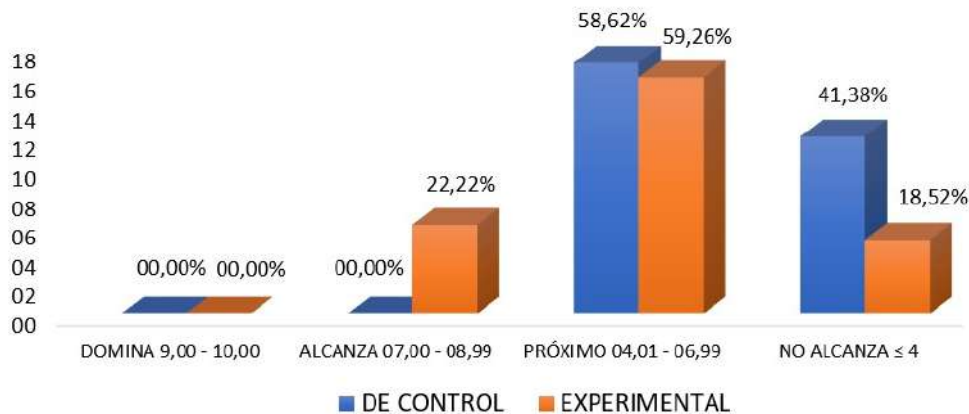


Fig. 5. Rendimiento académico del estudio de las biomoléculas del grupo de control y del grupo experimental.

Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

En el postest sobre biomoléculas el 59,26 % de los estudiantes que conformaron el grupo experimental domina los aprendizajes requeridos sobre biomoléculas, mientras que el 48,28 % de los estudiantes del grupo de control está próximo o no alcanza los aprendizajes requeridos (Fig. 6).

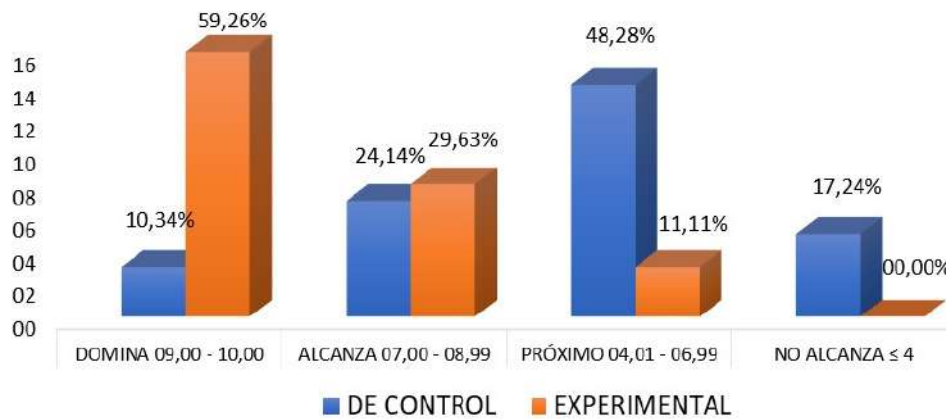


Fig. 6. Rendimiento académico del pos test de las biomoléculas del grupo de control y del grupo experimental.

Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

En la tabla 2 se comparan las notas obtenidas por los estudiantes en el pretest y el postest sobre biomoléculas. En ambos grupos la nota promedio del pretest fue inferior a 7 puntos, evidenciándose los vacíos de conocimiento sobre biomoléculas que presentan los estudiantes de segundo nivel de bachillerato. Morales, Miño y Cruz [6], afirman que durante la pandemia solo se realizaban clases teóricas, lo que ha contribuido al rezago educativo en el que se encuentra la educación actual.

Tabla. 1. Comparación de las notas obtenidas en el pretest y el postest sobre biomoléculas en el grupo experimental y de control.

TEST	Notas		p-valor †
	Realizó prácticas experimentales áulicas (n=27)	No realizó prácticas experimentales áulicas (n=29)	
Pretest sobre biomoléculas	5,48 ± 1,73	3,94 ± 1,34	0,000**
Postest sobre biomoléculas	8,70 ± 1,54	6,13 ± 2,05	0,001**
p-valor ‡	0,000**	0,005*	
Media ± Desviación estándar de las notas † P-valores se calcularon usando la prueba U de Mann Whitney ‡ P-valores se calcularon usando la prueba Wilcoxon ** Diferencia altamente significativa.			

Fuente: Elaborado por los autores, 2023.

En ambos grupos las notas obtenidas en el postest, fueron significativamente mayores que las notas alcanzadas en el pretest. Sin embargo, la nota promedio del grupo experimental en del pos test (8,70 puntos) fue significativamente mayor que la nota promedio del grupo de control (6,13), es decir que, en el grupo experimental se alcanzan los aprendizajes requeridos, mientras que el grupo de control domina los aprendizajes requeridos sobre biomoléculas.

Varios estudios, han demostrado que las prácticas experimentales áulicas complementan el contenido teórico y a la vez promueven el interés por aprender y participar [11], [13], [17], [18]. Un estudio realizado en Malasia encontró que los estudiantes que participaron en prácticas experimentales obtuvieron mejores resultados en los exámenes de Biología que aquellos que no lo hicieron. De hecho, los estudiantes que participaron en prácticas experimentales obtuvieron una puntuación media de 75%, mientras que los que no lo hicieron obtuvieron una puntuación media de 58%.

CONCLUSIONES

Los estudiantes que realizaron prácticas experimentales áulicas obtuvieron un mayor rendimiento académico, en comparación con los que solo recibieron enseñanza teórica, demostrando que las prácticas experimentales fortalecen los conocimientos teóricos sobre las biomoléculas en la asignatura de Biología, debido a que los estudiantes se vuelven protagonistas de su propio aprendizaje cuando realizan actividades por sí mismos. Además, las prácticas experimentales en Biología fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas, físicas, autogestión y el pensamiento crítico.

A través de esta investigación se evidencia la importancia de la implementación de prácticas experimentales áulicas en la Unidad Educativa "Narciso Cerda Maldonado", orientadas a reforzar la teoría de las biomoléculas en la asignatura de Biología con estudiantes de Segundo de Bachillerato.

Las prácticas experimentales áulicas de la presente investigación pueden replicarse en otras instituciones educativas que no disponen de una infraestructura, materiales y reactivos de laboratorio para la asignatura de Biología.

REFERENCES

- [1] F. R. A. Lalama, P. I. D. Hurtado, and B. C. D. Borja, "Inversión en educación y calidad educativa, un análisis de los resultados en el marco de los ODS. Caso Ecuador," pp. 52–66, 2022.
- [2] O. T. J. Montes, "La vocación docente como condición de la calidad educativa: análisis con expertos en educación," *Maest. y Soc.*, vol. 19, no. 2, pp. 568–581, 2022.
- [3] Instituto Nacional de Evaluación Educativa, "Informe resultados Nacional, Ser Bachiller año lectivo 2018-2019," p. 19, 2019, [Online]. Available: www.evaluacion.gob.ec/evaluaciones%0Awww.evaluacion.gob.ec.
- [4] Ministerio De Educación Del Ecuador, *Guía de sugerencias de actividades experimentales*. Quito, 2017.
- [5] R. F. Villanueva, "Estrategias didácticas basado en la metodología activa para mejorar el aprendizaje del curso de Biología, con los estudiantes del ciclo de nivelación de beca 18 de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, San Martín de Porres-Perú, 2017," Universidad Nacional "Pedro Cruz Ruiz Gallo," 2018.
- [6] J. N. Morales, G. L. Miño, and M. F. Cruz, "Aproximación a las dificultades para la ejecución de trabajos prácticos de laboratorio de biología en educación media biology laboratory in secondary education," *Converg. Educ.*, vol. 10-extra, pp. 24–33, 2021.
- [7] H. L. Insuasti, "Prácticas de laboratorio en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la asignatura de Biología en el segundo año de bachillerato general unificado del Instituto Nacional Mejía, periodo 2019-2020," *Вестник Росздравнадзора*, vol. 4, no. 9, pp. 56–57, 2020, [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20647>.

- [8] S. C. Manrique, "El laboratorio de Biología como estrategia didáctica para potencializar el desarrollo de Competencias Científicas en los estudiantes de Séptimo Grado del Colegio Cooperativo Reyes Patria Sogamoso - Boyacá," 2019.
- [9] J. Palate, "Refuerzo académico para el aprendizaje de las biomoléculas en los estudiantes del primer año de Bachillerato de la Unidad Educativa 'Luis A Martínez,'" Universidad Tecnológica Indoamérica, 2021.
- [10] I. C. Reyna and F. J. Gómez, "Estrategias de aprendizaje colaborativo en estudiantes de nivel medio superior en las unidades de aprendizaje de Biología y Fundamentación de Genética y Biotecnología," *Rev. Int. Estud. en Educ.*, vol. 2, pp. 67–73, 2019.
- [11] S. Acosta and A. Boscán, "Estrategias cognoscitivas para la promoción del aprendizaje significativo de la Biología , en la Escuela de Educación," *Estud. Interdiscip. en Ciencias ociales.*, vol. 14, no. 2, pp. 175–193, 2012, [Online]. Available: <http://eds.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=608f8c9e-e2af-40e5-9bbd-4d08df853eb9%40sessionmgr4002&vid=28&hid=4202>.
- [12] H. M. Barrera, T. M. Barragán, and G. E. Ortega, "La realidad educativa ecuatoriana desde una perspectiva docente," *Rev. Iberoam. Educ.*, vol. 75, no. 2, pp. 9–20, 2017, [Online]. Available: <file:///D:/Downloads/2629-Texto del artículo-724-1-10-20171227.pdf>.
- [13] F. Abad, "Prácticas de laboratorio en el proceso enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Biología, unidad temática 2 en los Primeros de Bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal Gran Bretaña, año lectivo 2018 – 2019, Distrito Metropolitano," Universidad Central del Ecuador, 2019.
- [14] M. L. S. Moncayo, "Elaboración y aplicación de una guía de laboratorio de Biología "Biología Práctica ", basado en la comparación de la eficiencia del aprendizaje por recepción y por descubrimiento, aplicado a los estudiantes del segundo año del bachillerato general unifica," Universidad Nacional De Chimborazo, 2017.
- [15] M. Lemus, M. Guevara, M. Lemus, and M. Guevara, "Prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para la construcción y comprensión de los temas de biología en estudiantes del recinto Emilio Prud'homme," *Revista Cubana de Educación Superior*, vol. 40, no. 2. 2021.
- [16] P. L. A. Ruiz and E. D. Gómez, "La investigación dirigida como estrategia metodológica , para orientar prácticas experimentales de Biología," *VII Coloq. Int. Educ.*, pp. 1–21, 2016.
- [17] M. E. Collaguazo Álvarez and M. A. Barba Maggi, "Aplicación de la Técnica Informática Educaplay como Estrategia para el Aprendizaje de las Biomoléculas, en los Estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa Andrés F. Córdova - Cañar, Ecuador," *Rev. Sci.*, vol. 2, no. 6, pp. 174–195, 2017, doi: 10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.6.9.174-195.

- [7] American Psychological Association, Top 20 Principles from psychology for PreK-12 teaching and learning, New York: APA, 2015.
- [8] J. A. Comenio, Didáctica Magna, Ciudad de México: Purruá, 2021.
- [9] M. F. Tigasi Guanina, «Diseño e implementación de material didáctico de matemática para los alumnos de cuarto año de educación básica de la escuela "Dr. Edmundo Carbo" de la comuna 25 de diciembre parroquia Guangaje cantón Pujili en el año lectivo 2010-2011,» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2013.
- [10] M. García y S. Guadalupe, «Estudio sobre la meta cognición y competencia de profesores y estudiantes con relación al tema de las ecuaciones lineales,» Instituto Politécnico Nacional, Legaria, 2008.
- [11] R. Acosta y V. Riveros, «Modelo teórico para el proceso enseñanza-aprendizaje de la biología,» Revista Omnia, vol. 22, n° 1, pp. -, 2016.
- [12] P. A. Roa García, «La configuración de la enseñanza de la biología: una inquietud por la pedagogía,» Praxis & Saber, vol. 11, n° 27, p. e10819, 2020.
- [13] A. Rodrigues da Conceição, M. D. Araújo Mota y P. Meireles Barguil, «Didactic games in teaching and learning Science and Biology: teaching concepts and practices,» Research, Society and Development, vol. 9, n° 5, p. e165953290, 2020.
- [14] P. Olivos, A. Santos, S. Martín, M. Cañas, E. Gómez-Lázaro y Y. Maya, «The relationship between learning styles and motivation to transfer of learning in a vocational training programme,» Suma Psicológica, vol. 23, n° 2016, pp. 25-32, 2016.
- [15] L. I. Rojas García, J. F. Zarate Ortíz y A. Lozano Rodríguez, «La relación entre los estilos de aprendizaje de los estudiantes y los estilos de enseñanza del profesor en un grupo de alumnos de primer semestre del nivel profesional,» Revistade Estilos de Aprendizaje, vol. 9, n° 17, pp. 174-205, 2016.
- [16] R. Chrobak, R. M. Prieto, A. B. Prieto, L. Gaido y A. Rutella, «Una aproximación a las motivaciones y actitudes del,» Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 5, n° 1, pp. 31-50, 2006.
- [17] Z. Ramos Proaño, «Estrategia de formación docente para el fortalecimiento del pensamiento crítico en el aprendizaje en la carrera de psicología de la Universidad de Guayaquil,» ESPOL, Guayaquil, 2015.
- [18] L. Pérez P y D. Hernández Ramírez, «La participación docente ante el uso y aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en los municipios de Tula de Allande y Tlaxcoapan, Hidalgo,» Universidad Autónoma de Hidalgo, Hidalgo, 2007.
- [19] B. N. Guamán Guaya, «Las metodologías de enseñanza en la etapa de Bachillerato en Ecuador,» Roderic, Valencia, 2022.
- [20] N. Bedregal Alpaca, J. Rodríguez Ramírez, C. Torres Fernández y A. Padrón Alvarez, Diseño de secuencias didácticas para el fortalecimiento de la creatividad y el compromiso en la formación online, Madrid: Dykinson, 2022.
- [21] «"Gamificación" de la enseñanza para ciencia,» Sinética, vol. 10, n° 54, pp. 1-20, 2019.
- [22] P. Colorado Ordóñez y L. A. Gutiérrez Gamboa, Logos Ciencia & Tecnología, vol. 8, n° 1, pp. 148-158, 2016.
- [23] C. Lozada-Ávila y S. Betancur-Gómez, «La gamificación en la educación superior: una revisión sistemática,» Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 16, n° 31, pp. 97-124, 2017.
- [24] A.-M. Ortiz-Colón, Jordán y A. Juan, «Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión,» Educação e Pesquisa, vol. 44, n° 1, p. e173773, 2018.