Revista Uniandes Episteme. ISSN 1390-9150
Vol. 12, Nro. 4, octubre-diciembre, 2025, pp. 572-583

https://doi.org/10.61154/rue.v12i4.4021

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Estrategias didácticas de morfología vegetal como herramienta de aprendizaje en estudiantes universitarios de agronomía

Didactic strategies in plant morphology as a learning tool for agronomy university students

Ángel Rolando Robles Carrión [I], Iván Agustín Quizhpe Uchuari [II]

[I.] Carrera de Agronomía, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador
angel.robles@unl.edu.ec, https://orcid.org/0000-0002-6023-1199
[II.] Carrera de la Pedagogía de las Ciencias Experimentales - Matemáticas y la Física, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador
ivan.quizhpe@unl.edu.ec, https://orcid.org/0000-0002-9296-9446

Recibido: 30/04/2025 Revisado: 08/08/2025
Aprobado: 21/08/2025 Publicado: 01/10/2025

RESUMEN

El presente estudio analiza el impacto que tiene el diseño y la implementación de estrategias didácticas en la enseñanza de morfología vegetal en estudiantes universitarios de la carrera de Agronomía. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y adoptó un diseño cuasi-experimental, en el que se aplicaron pruebas de pretest y postest a grupos no equivalentes. Participaron 29 estudiantes, divididos en dos grupos: uno experimental, instruido mediante estrategias activas como gamificación, aula invertida y prácticas guiadas; y un grupo control, que recibió enseñanza tradicional basada en clases expositivas. Los resultados mostraron una correlación significativa entre conocimiento previo y rendimiento final ($r = 0,550$; $p < 0,01$), y diferencias significativas entre grupos ($p < 0,001$) con un tamaño del efecto elevado (Cohen's $d = 2,04$). El uso de representaciones didácticas físicas mejoró la comprensión conceptual y la motivación académica. Se concluye que estas estrategias promueven un aprendizaje significativo, autónomo y contextualizado, fortaleciendo la formación profesional en el área agronómica.

PALABRAS CLAVE: Estrategias didácticas; morfología vegetal; aprendizaje significativo; evaluación del aprendizaje.

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

ABSTRACT

This study analyzes the impact of the design and implementation of didactic strategies on the teaching of plant morphology among university students of the Agronomy program. The research was carried out using a quantitative approach and adopted a quasi-experimental design, in which pretests and posttests were applied to non-equivalent groups. A total of 29 students participated, divided into two groups: an experimental group, instructed through active strategies such as gamification, flipped classroom, and guided practices; and a control group, which received traditional teaching based on lecture-style classes. Results showed a significant correlation between prior knowledge and final performance ($r = 0.550$; $p < 0.01$), as well as significant differences between groups ($p < 0.001$) with a large effect size (Cohen's $d = 2.04$). The use of physical didactic representations enhanced conceptual understanding and academic motivation. It is concluded that these strategies foster meaningful, autonomous, and contextualized learning, strengthening professional training in the agronomic field.

KEYWORDS: Didactic strategies; plant morphology; meaningful learning; learning assessment.

INTRODUCCIÓN

La morfología vegetal como parte de la Botánica, una disciplina esencial en la formación agronómica, proporciona a los estudiantes un acceso directo a la comprensión de conocimientos sobre la estructura, desarrollo y funciones de las plantas. Este conocimiento constituye un fundamento crucial para el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles, el manejo eficiente de los recursos naturales y la conservación ambiental (Herrera-Franco et al., 2021). Al comprender la forma y función vegetal, los futuros agrónomos están mejor capacitados para abordar desafíos relacionados con la producción de alimentos, la adaptación de cultivos al cambio climático y la preservación de la biodiversidad.

A pesar de su importancia, la enseñanza de la morfología vegetal a nivel de pregrado en Ecuador enfrenta importantes desafíos. La persistencia de metodologías tradicionales, centradas en la transmisión teórica sin contextualización o vinculación práctica, limita su efectividad. Adicionalmente, el uso restringido de materiales didácticos innovadores dificulta la promoción de aprendizajes significativos entre los estudiantes (Naranjo-Morán et al., 2020). Esta situación sugiere la necesidad de una revisión y modernización de las estrategias pedagógicas empleadas en la enseñanza de esta disciplina fundamental.

Ante este panorama, el presente estudio propone una estrategia innovadora: la integración de recursos didácticos y modernos. Se estudiará el uso de estrategias didácticas activas, actividades prácticas, herramientas audiovisuales e interactivas, con la meta de fomentar la colaboración estudiantil y, crucialmente, fortalecer la conexión entre la teoría y la

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

experiencia práctica (Basurto et al., 2024). Esta investigación busca evaluar el impacto de estas metodologías en el aprendizaje y la comprensión de la morfología vegetal por parte de los estudiantes.

El progreso en el conocimiento de la flora ecuatoriana contrasta con una diferencia metodológica persistente en la enseñanza de la morfología vegetal. Los planes de estudio a menudo presentan contenidos fragmentados y carecen de la integración efectiva de recursos tecnológicos. Esta deficiencia dificulta la aplicación del conocimiento adquirido en contextos productivos y ambientales reales (Caichug et al., 2021). En combinación con la falta de estrategias de aprendizaje activas, esta situación limita el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y, consecuentemente, impacta negativamente la motivación de los estudiantes (Verawati y Purwoko, 2024). Por lo tanto, se requiere un enfoque renovado en la pedagogía de la morfología vegetal que priorice la relevancia, la aplicación práctica y el compromiso del estudiante.

Frente a este contexto, el objetivo general de esta investigación fue evaluar el impacto de estrategias didácticas activas de morfología vegetal como herramientas de aprendizaje en estudiantes universitarios de agronomía, con énfasis en mejorar la comprensión conceptual, la retención del conocimiento y la motivación académica de los estudiantes de Agronomía. En particular, el estudio se propuso analizar la relación entre el rendimiento académico y la percepción global del aprendizaje entre estudiantes que recibieron metodologías activas y quienes siguieron una enseñanza tradicional (ET), con el fin de identificar el impacto diferencial en la motivación y comprensión de contenidos botánicos.

La aplicación de estrategias didácticas activas (EDA) no solo responde a la necesidad de superar las limitaciones tecnológicas y metodológicas anteriormente descritas, sino que también promueve una formación integral centrada en el estudiante. Esta perspectiva fomenta el pensamiento crítico, la autonomía y la capacidad de los futuros profesionales de aplicar el conocimiento morfológico vegetal en escenarios productivos y de conservación. En el ámbito académico, dicha estrategia se alinea con la necesidad de construir procesos educativos más significativos y contextualizados, orientados a la solución de problemas sociales, ambientales y agronómicos reales.

MÉTODOS

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, basado en la recolección y análisis de datos numéricos mediante un cuestionario estructurado, diseñado por los autores de la investigación. Este instrumento se aplicó en dos momentos clave: antes de la intervención (Pre-Test) y al finalizar el proceso (Post-Test), con el fin de medir de manera objetiva el rendimiento académico y la percepción global del aprendizaje en una escala de evaluación de 0 a 10 puntos, y el cuestionario incluyó ítems sobre comprensión conceptual, manejo

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

de términos botánicos, análisis morfológico y percepción del aprendizaje. La validez del contenido fue garantizada mediante la revisión por dos expertos en morfología vegetal, los cuales evaluaron la pertinencia, claridad y la cobertura de los ítems. Asimismo, se realizó una prueba piloto para evaluar su confiabilidad, se obtuvo coeficientes de alfa de Cronbach de 0.88 en el pretest y 0.96 en el postest, lo que indica una alta consistencia interna. Este enfoque permitió aplicar técnicas estadísticas para describir, comparar y establecer relaciones entre variables educativas.

Se empleó un diseño cuasi-experimental con grupos no equivalentes y asignación no aleatoria. Se conformaron dos grupos: uno de control, que recibió instrucción tradicional mediante clases expositivas con apoyo audiovisual, y uno experimental, que se instruyó mediante estrategias didácticas activas basadas en el aprendizaje significativo. En este último grupo se implementaron estrategias como gamificación, parodias educativas, aula invertida, sesiones prácticas de laboratorio y visitas guiadas a jardines botánicos y parques de educación ambiental, promoviendo un aprendizaje más participativo, experiencial y motivador.

La población estuvo constituida por 29 estudiantes del segundo ciclo de la Unidad Académica de Morfología Vegetal de la carrera de Agronomía de la Universidad Nacional de Loja. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los participantes por su fácil acceso y pertinencia al grupo académico disponible. Este enfoque no garantiza representatividad y aleatoriedad, por sus hallazgos no son estadísticamente generalizables. Sin embargo, es adecuado para investigaciones de intervenciones educativas en contextos reales y con recursos limitados. Su uso permitió asegurar una participación continua, voluntaria y comprometida durante todo el proceso de intervención.

El procedimiento metodológico se organizó en cuatro fases. En la primera, se aplicó el Pre-Test a ambos grupos. En la segunda, se ejecutaron las estrategias didácticas correspondientes a cada grupo. La tercera fase incluyó actividades de integración conceptual orientadas a reforzar los contenidos nuevos en función de los conocimientos previos. Finalmente, en la cuarta fase, se aplicó Post-Test para evaluar el impacto de las estrategias didácticas implementadas.

Ambos grupos participaron en una carga horaria equitativa de 80 horas, distribuidas en 32 horas de Aprendizaje de Contacto con el Docente (ACD), 16 horas de Aprendizaje Práctico Experimental (APE) y 32 horas de Aprendizaje Autónomo (AA), asegurando condiciones similares de exposición al contenido teórico y práctico.

El análisis de datos se realizó mediante el software estadístico JAMOVI. En la fase descriptiva, se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar). En el análisis inferencial, se aplicó la correlación de Pearson para explorar relaciones entre variables, la prueba t de Student para muestras independientes

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

para identificar diferencias significativas entre grupos, y un modelo de regresión lineal simple para estimar el efecto predictivo del rendimiento inicial sobre el desempeño final. Asimismo, se calculó el tamaño del efecto (Cohen's d) para determinar la magnitud práctica de las diferencias observadas. Se estableció un nivel de significancia estadística del 5% ($p < 0.05$), conforme a los criterios de rigurosidad metodológica en investigación educativa (Tian et al., 2019).

RESULTADOS

Conocimiento previo y desempeño académico en morfología vegetal

El análisis de correlación de Pearson (Rahayu et al., 2024) evidenció una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre las calificaciones del pre-test y del post-test de los estudiantes de agronomía ($r = 0{,}550$; $\rho = 0{,}002$). Para evaluar esta relación, se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0: $\rho = 0$ (no hay correlación lineal en la población)

H_1: $\rho \neq 0$ (sí existe correlación lineal en la población)

La significancia bilateral obtenida ($p = 0{,}002 < 0{,}01$) permite rechazar la hipótesis nula, lo que indica que la correlación observada no se debe al azar. Este resultado sugiere que existe una relación directa entre el rendimiento académico teórico inicial y el desempeño final tras la implementación de estrategias didácticas activas (EDA) de morfología vegetal como recurso pedagógico en la enseñanza de la botánica, de manera que los estudiantes con mejores calificaciones en el pre-test tendieron a obtener puntuaciones más altas en el post-test. Aunque esta asociación no implica causalidad, apoya la premisa de que las estrategias didácticas innovadoras pueden potenciar el aprendizaje, especialmente en estudiantes que poseen un nivel previo de conocimiento más sólido.

Relación entre Calificaciones Pre-test y Post-test tras el Uso de EDA

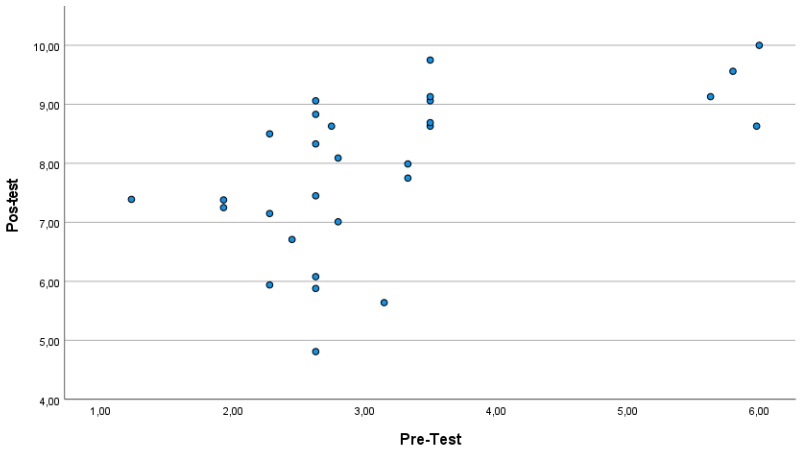


Figura 1. Diagrama de Dispersión: Puntuaciones Pre-Test vs. Post-Test

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

El diagrama de dispersión presentado permite visualizar la relación entre las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el pre-test (eje X) y en el post-test (eje Y), posterior a la intervención con EDA de morfología vegetal. En términos generales, se observa una tendencia ascendente en los puntos distribuidos, lo que indica una relación positiva entre ambas variables. A medida que aumentan los puntajes en el pre-test, también tienden a incrementarse los resultados en el post-test, aunque con cierta dispersión, especialmente en los rangos medios del pre-test (entre 2 y 3). La mayoría de los puntos se concentran en valores bajos a medios del pre-test, mientras que en el post-test se aprecia una mayor dispersión hacia calificaciones altas (entre 7 y 10), sugiriendo un efecto positivo del recurso pedagógico aplicado en la intervención.

El pre-test como predictor del rendimiento académico tras uso de EDA

El análisis de regresión lineal simple se realizó con el fin de estimar en qué medida las calificaciones obtenidas en el pre-test predicen el rendimiento académico teórico final (post-test) en estudiantes de agronomía que utilizaron las EDA de morfología vegetal como recurso didáctico. El modelo explica el 30,3 % de la varianza del rendimiento académico en el post-test a partir del pre-test ($R^2 = 0{,}303$), lo cual se considera una varianza moderada. El modelo de regresión es estadísticamente significativo ($F(1;27) = 11.722$; $p = 0.002$), indicando que la variable independiente (pre-test) aporta significativamente a la predicción del rendimiento posterior. El estadístico Durbin-Watson = 1.366 (Panda et al., 2021) sugiere que no hay autocorrelación severa de los residuos, validando la independencia de los errores del modelo.

La ecuación del modelo de regresión es:

$$\text{Pos} - \text{Test} = 5.972 + 0.601 * \text{Pre} - \text{test}.$$

Esto indica que, por cada unidad adicional obtenida en el pre-test, se espera un aumento promedio de 0,601 unidades en la calificación del post-test, manteniendo constante el resto de los factores. El intervalo de confianza del coeficiente (pre-test) no incluye el cero, confirmando que el coeficiente es estadísticamente significativo. Esto refuerza la validez del efecto del pre-test sobre el post-test.

El análisis de regresión lineal simple evidencia que las calificaciones en el pre-test es un indicador significativo del rendimiento académico en el post-test, respaldando la hipótesis de que el conocimiento teórico inicial influye en el rendimiento final cuando se emplean modelos didácticos de morfología vegetal como estrategia pedagógica.

Comparación del rendimiento post-test entre EDA y enseñanza tradicional (ET)

La prueba t de Student (Akpan y Clark, 2023) para muestras independientes comparó la media de los puntajes del post-test entre los dos grupos. El valor de $p < 0{,}001$ indica una

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

diferencia estadísticamente significativa entre las estrategias de enseñanza. La diferencia de casi dos puntos en la media del post-test (EDA: 8,86; ET: 6,96) evidencia que las EDA no solo mejoran los aprendizajes conceptuales, sino que también incrementan la motivación, participación y comprensión significativa de los contenidos botánicos. El análisis mediante la prueba t de Student demuestra que el uso de modelos de morfología vegetal en el aula tiene un impacto altamente significativo y positivo en el rendimiento estudiantil, en comparación con estrategias de enseñanzas tradicionales.

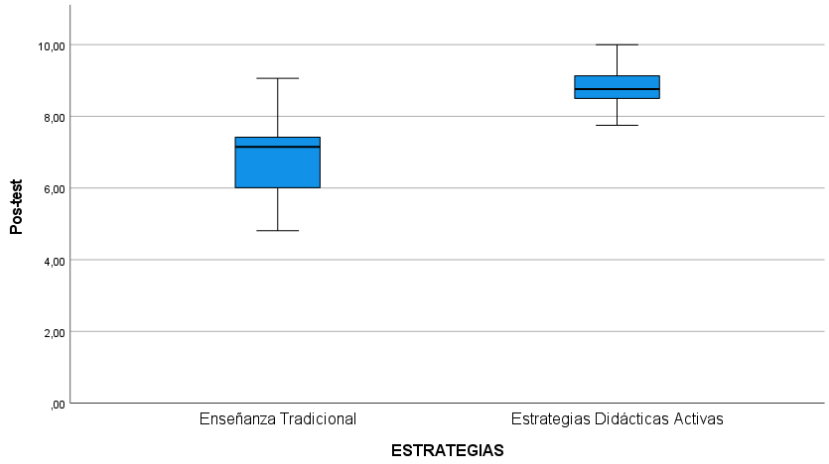


Figura 2. Diagrama de cajas comparativo de las puntuaciones post-test entre las estrategias de enseñanza.

El diagrama de cajas comparativo de las puntuaciones post-test entre las estrategias de enseñanza muestra una diferencia notable en las medianas: la mediana del grupo "Estrategias Didácticas Activas" (aproximadamente 8.8) es considerablemente más alta que la mediana del grupo "Enseñanza Tradicional" (aproximadamente 7.2). Esto sugiere que los estudiantes expuestos a los Estrategias Didácticas Activas obtuvieron calificaciones significativamente más altas en el post-test que aquellos que siguieron la Enseñanza Tradicional. El rendimiento central del grupo de EDA fue superior y más consistente (menos disperso) en la parte alta de la escala. En contraste, el grupo del ET mostró una mayor variabilidad en sus resultados, con evaluaciones que se extienden desde niveles bajos hasta altos.

Impacto significativo de EDA en el aprendizaje medido con Cohen's d

El análisis del tamaño del efecto mediante la fórmula de *Cohen's d* (Cohen, 1988) permite estimar la magnitud de la diferencia entre dos grupos independientes más allá de la significancia estadística. En este estudio, se compararon los puntajes del post-test entre estudiantes que se instruyeron bajo el ET y aquellos que participaron en clases con EDA. El cálculo del tamaño del efecto arrojó un valor de d = 2.04. Según los criterios establecidos

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

por Cohen (1988), este valor representa un tamaño del efecto muy grande, indicando que la diferencia en los puntajes de aprendizaje entre ambos grupos es no solo estadísticamente significativa, sino también prácticamente importante.

Desde una perspectiva pedagógica, un tamaño del efecto de esta magnitud implica que la implementación de modelos didácticos activos tiene un impacto considerablemente positivo en la percepción global del aprendizaje por parte de los estudiantes. Específicamente, los estudiantes expuestos a estrategias didácticas activas muestran una mayor comprensión de los contenidos morfológicos y una mayor motivación e interés en el proceso de aprendizaje.

DISCUSIÓN

La enseñanza de la morfología vegetal siempre ha supuesto todo un reto, por lo abstracto que pueden llegar a ser los contenidos propios de dicha materia. En tal sentido, los EDA se presentan como una posible alternativa didáctica innovadora en la medida que se propone transformar o construir el aula como un espacio de exploración activa. Estos recursos didácticos posibilitan observar y manipular las estructuras de las plantas que normalmente solo se presentan bajo la forma de esquemas bidimensionales y fotografías, lo que facilitan la construcción de ese conocimiento significativo (Elkhidir, 2020; Correia, 2024).

Los resultados mostraron una relación positiva entre la percepción global del aprendizaje y el rendimiento académico, lo cual da apoyo a la idea de que la experiencia concreta permite una comprensión más intensa. Esta observación es coherente con el modelo de aprendizaje de Kolb (Jonathan & Laik, 2024), que defiende que la transformación activa de la experiencia concreta en conocimiento supone una mejora del rendimiento académico. En este contexto, se podría decir que el aprendizaje que los estudiantes perciben como forma eficaz del aprender, a menudo, se traduce en mejores resultados académicos.

Según el modelo constructivista, los EDA ayudan a activar estructuras cognitivas previas, lo que hace posible establecer inmediatamente sucesiones duraderas entre el nuevo saber y el saber vivido. Para Ausubel (Farias, 2022), el aprendizaje significativo es, en el sentido en que, el nuevo contenido se relaciona de forma significativa y no arbitraria, con el que ya se sabe. En consecuencia, los estudiantes no sólo memorizarán sino también comprenderán, analizarán y aplicarán el contenido de la morfología vegetal (Agra et al., 2019).

El gráfico de dispersión que se ha utilizado en el análisis deja claramente expuesta una tendencia positiva de las variables que se ponen de manifiesto en el análisis. Dicha visualización reafirma de que el aprendizaje significativo se ve favorecido cuando las estrategias pedagógicas integran lo cognitivo y lo metacognitivo (ElSayary, 2024). Mc

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

Pherson-Geyser et al. (2020), manifiestan que estos modelos facilitan la autorregulación del aprendizaje porque, entre los alumnos, permite reflexionar sobre lo que aprenden y sobre cómo lo hacen, por lo tanto, se fomenta la autonomía.

El modelo de regresión lineal empleado demostró que el conocimiento previo explica un 30.3% de la varianza observada en las calificaciones del post-test, validando empíricamente su rol predictivo en el contexto de la innovación pedagógica. Este hallazgo se alinea con la evidencia proporcionada por investigaciones recientes, las cuales sugieren que la integración de conocimientos teóricos con recursos visuales-didácticos no solo optimiza el rendimiento académico, sino que también fomenta una comprensión más profunda de los conceptos (Mc Pherson-Geyser et al., 2020). Consecuentemente, las estrategias de morfología vegetal trascienden su función como meros recursos de apoyo, actuando como mediadores del aprendizaje significativo al articular el conocimiento teórico con la experiencia perceptiva del estudiante. Esta mediación contribuye a una asimilación más efectiva y duradera de los contenidos.

Con la prueba t, para muestras independientes, corroboran los puntos anteriores al evidenciar que existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción del aprendizaje entre las personas que usaron EDA y quienes usaron el ET. Esto sugiere que las estrategias activas fomentan un entorno más activo y dinámico en el que el estudiante mismo construye la información y no solo la recibe. Mc Pherson-Geyseret al. (2020), indican que este tipo de metodologías constituyen una experiencia educativa más enriquecida y contextualizada.

La motivación se fortaleció notablemente en los estudiantes que participaron en clases con EDA de morfología vegetal. El interés despertado por estos recursos impactó positivamente en la actitud hacia la morfología vegetal, promoviendo el deseo de aprender más allá de los requerimientos académicos. Esto concuerda con Limeira et al. (2023), cuando el aprendizaje se asocia con la manipulación y la exploración, se estimulan la curiosidad y el compromiso, aspectos fundamentales para el aprendizaje autónomo.

Se observó un incremento importarte en la motivación de los alumnos que asistieron a clases con el EDA de morfología vegetal. La motivación que generaron estos recursos repercutía en la disposición hacia la morfología vegetal y desarrollaba el deseo de aprender, incluso más allá de lo que se pedía oficialmente. En este sentido, lo que afirman Limeira et al. (2023), es que, cuando el aprendizaje está asociado a la manipulación y a la exploración, se incitan la curiosidad y la atención, las cuales son clave para el aprendizaje autónomo.

En lo que respecta a la comprensión de contenidos botánicos, las EDA propiciaron la visualización de las estructuras microscópicas, macroscópicas y complejas, lo que favoreció la retención y la transferencia del conocimiento. Lo expuesto, se complementa

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

con lo manifestado por Kizi (2024), quienes postulan que el aprendizaje significativo hace referencia a la ayuda para construir el contenido a partir de la experiencia anterior, a su vez fomenta la aplicación en contextos reales, lo que significa que los estudiantes de agronomía aprenden competencias o saberes aplicables en su futura práctica profesional. El tamaño del efecto (Cohen's d) calculado fue grande, lo que se traduce en un alto impacto de la utilización de modelos en el uso del aprendizaje. Este indicador no solo avala la significancia estadística de la intervención, sino que también reafirma su relevancia pedagógica (Cohen, 1988; Lane et al., 2021). De acuerdo con Matthay et al. (2021), las intervenciones que tienen campos de gran tamaño del efecto deben priorizarse en la práctica del diseño curricular, ya que originan un alto retorno educativo de la transformación. La inversión en materiales concretos se justifica por el impacto que se sabe que tienen en la forma de aprender.

CONCLUSIONES

El análisis de correlación de Pearson y el modelo de regresión lineal demostraron que existe una relación positiva y significativa entre el rendimiento académico y la percepción global del aprendizaje en estudiantes de agronomía que utilizaron modelos didácticos activos de morfología vegetal. Específicamente, los estudiantes que reportaron una percepción favorable del proceso de enseñanza-aprendizaje alcanzaron mejores calificaciones en el post-test. Este hallazgo confirma que la implementación de Modelos Didácticos Activos, acompañados de recursos visuales y estrategias basadas en el aprendizaje significativo, fortalece la retención de conceptos botánicos y mejora el desempeño académico de manera medible.

Los resultados de la prueba t de Student para muestras independientes, junto con el tamaño del efecto (Cohen's d = 2.04), evidenciaron diferencias estadística y pedagógicamente significativas entre el grupo que recibió clases con Estrategias Didácticas Activas y el grupo instruido con la Enseñanza Tradicional. Los estudiantes del grupo experimental no solo obtuvieron puntuaciones más altas (media = 8.86) que los del grupo control (media = 6.96), sino que también manifestaron una mayor motivación, comprensión y participación en las actividades de clase. Estos resultados confirman que el uso de estrategias como gamificación, aula invertida, parodias educativas, sesiones prácticas y visitas a entornos naturales potencia la calidad del aprendizaje botánico y genera una experiencia formativa más completa y contextualizada.

REFERENCIAS

Agra, G., Formiga, N. S., Oliveira, P. S., Costa, M. M. L., Fernandes, M. G. M., & Nóbrega, M. M. L. (2019). Análisis del concepto de aprendizaje significativo a la luz de la

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

teoría de Ausubel. *Revista Brasileira de Enfermagem*, *72*(1), 248-255. https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0691

Akpan, E. E., & Clark, L. J. (2023). Independent T-Test Statistics: Its relevance in educational research. *International Journal of Eminent Scholars*, *10*(1), 79–88. https://n9.cl/8xy2z

Basurto, E., Revelo, A., y González, H. (2024). Sistemas de evaluación dinámica para aplicativo de identificación morfológica vegetal. *Reincisol*, *3*(6), 703–720. https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)703-720

Caichug Rivera, D. M., Ruíz, D. L., y Laurella, S. L. (2021). Breve análisis de la pertinencia curricular en la educación superior ecuatoriana. *Tesla Revista Científica*, *1*(2), 1–13. https://doi.org/10.55204/trc.v1i2.8

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2ª ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203771587

Correia, G. D. S. (2024). *A utilização de modelos didáticos no ensino da anatomia vegetal: uma estratégia pedagógica para romper dificuldades em ensinar botânica.* [Trabajo de grado, Universidade Federal de Sergipe]. Repositorio Institucional da Universidade Federal de Sergipe. https://n9.cl/a026g

Elkhidir, N. (2020). Effective teaching strategies in biological education: Present and future prospects. *Open Science Journal*, *5*(4). https://doi.org/10.23954/osj.v5i4.2550

ElSayary, A. (2024). Integrating generative AI in active learning environments: Enhancing metacognition and technological skills. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, *22*(3), 34-37. https://doi.org/10.54808/JSCI.22.03.34

Farias, G. B. (2022). Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da competência em informação. *Perspectivas em Ciência da Informação*, *27*(2). https://doi.org/10.1590/1981-5344/39999

Herrera-Franco, G., Montalván-Burbano, N., Mora-Frank, C., y Bravo-Montero, L. (2021). Scientific research in Ecuador: A bibliometric analysis. *Publications*, *9*(4), 55. https://doi.org/10.3390/publications9040055

Jonathan, L. Y., & Laik, M. N. (2024). Using experiential learning theory to improve teaching and learning in higher education. *European Journal of Education*, *7*(2). https://doi.org/10.26417/ejser.v6i1.p123-132

Kizi, Z. M. V. (2024). Enhancing botanical education: Exploring interactive methods in teaching botany. *International Journal of Advance Scientific Research*, *4*(4), 129-137. https://doi.org/10.37547/ijasr-04-04-22

Lane, C., McCrabb, S., & Nathan, N. et.al. (2021). ¿Cuán efectivas son las intervenciones de actividad física cuando se amplían?: Una revisión sistemática. *International*

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, *18*(16). https://doi.org/10.1186/s12966-021-01080-4

Limeira, J. A., Silva, C. de N. dos S. da, & Oliveira, I. M. (2023). Integrando a teoria da aprendizagem significativa: A utilização de mapas conceituais para a compreensão e aplicação teórica. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, *6*(13), 1700–1713. https://doi.org/10.55892/jrg.v6i13.764

Matthay, E. C., Hagan, E., Gottlieb, L. M., Tan, M. L., Vlahov, D., Adler, N., & Glymour, M. M. (2021). Powering population health research: Considerations for plausible and actionable effect sizes. *SSM - Population Health*, *14*, 100789. https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2021.100789

Mc Pherson-Geyser, G., de Villiers, R., & Kavai, P. (2020). The use of experiential learning as a teaching strategy in life sciences. *International Journal of Instruction*, *13*(3), 877-894. https://doi.org/10.29333/iji.2020.13358a

Naranjo-Morán, J., Vera-Morales, M., Sánchez-Rendón, V. & Pino-Acosta, A. (2020). Teaching botany for adults with the blended learning modality. En G. Rodríguez Morales, E. R. Fonseca C., J. P. Salgado, P. Pérez-Gosende, M. Orellana Cordero, & S. Berrezueta (Eds.), *Information and communication technologies*. TICEC 2020. *Communications in Computer and Information Science, 1307*, (pp. 325–336). https://doi.org/10.1007/978-3-030-62833-8_22

Panda, P., Mishra, S., & Behera, B. (2021). Developing a research methodology with the application of explorative factor analysis and regression. *IOSR Journal of Business and Management*, *23*(4), 23–31. https://n9.cl/n2p3c

Rahayu, N. I., Muktiarni, M., & Hidayat, Y. (2024). An application of statistical testing: A guide to basic parametric statistics in educational research using SPSS. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, *4*(3), 569–582. https://n9.cl/1mnl4

Tian, Z., Zhang, K., Zhang, T., Dai, X., & Lin, J. (2020). Application of Ausubel cognitive assimilation theory in teaching/learning medical biochemistry and molecular biology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *48*(3), 202-219. https://doi.org/10.1002/bmb.21327

Verawati, N. N. S. P., & Purwoko, A. A. (2024). Literature review on the use of interactive labs technology in the context of science education. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, *1*(1), 76–96. https://doi.org/10.33394/ijete.v1i1.12154

Licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)