

# Aprendizaje experiencial de Kolb en la enseñanza de la osteología: diafanización y tinción ósea

Oscar Jesús Romero Oliva

Fecha de recepción: 10 de julio de 2024.

Fecha de aceptación: 02 de septiembre de 2024.

Fecha de última actualización: 11 de noviembre de 2024.

## Resumen

Se presentan los resultados de un estudio en el que se evaluó el impacto del aprendizaje experiencial de Kolb en la enseñanza de la osteología, comparando el desempeño de dos grupos de 35 estudiantes de nivel medio superior cada uno. El grupo A recibió clases teóricas; por otra parte, el grupo B realizó prácticas de diafanización y tinción ósea de un ejemplar de la familia Teiidae. Posteriormente, se aplicó un examen y se analizaron los resultados. Los hallazgos revelaron una diferencia estadísticamente significativa en el desempeño promedio entre grupos, mostrando un tamaño de efecto a favor del grupo experimental, B, lo cual se traduce en un mejor aprovechamiento académico por parte de dicho grupo. Ahora bien, las mujeres del grupo B obtuvieron puntajes más altos que los hombres. Estos resultados respaldan la importancia de incorporar enfoques pedagógicos que promuevan el aprendizaje activo y experiencial, especialmente en áreas con componente práctico fundamental.

*Palabras clave:* aprendizaje experiencial, diafanización, modelo educativo, osteología, tinción ósea.

El aprendizaje experiencial de Kolb es un modelo que enfatiza la experiencia directa en el aprendizaje mediante un ciclo de cuatro etapas: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Este enfoque promueve un aprendizaje profundo al integrar teoría con práctica (Espinar y Viguera, 2020; Moscoso-Ríos, 2020) y ofrece ventajas significativas, especialmente en materias con prácticas de laboratorio como la osteología.<sup>1</sup> Los estudiantes, cuando interactúan activamente con el material, facilitan un aprendizaje significativo (Cañaverall *et al.*, 2020), también fomentan involucramiento, responsabilidad y retención efectiva del conocimiento (Villaruel *et al.*, 2021), incluyendo la diversidad de estilos de aprendizaje

(Kathiusca y Alarcón, 2021). En osteología, la práctica directa con muestras reales fortalece la comprensión y habilidades prácticas (Punguil-Illbay *et al.*, 2024). Una técnica atractiva es la diafanización y tinción ósea, que transparenta tejidos blandos y tiñe hueso y cartílago de color rojo y azul, respectivamente (Romero-Oliva y González-Rodríguez, 2019).

El objetivo de este artículo es presentar la evaluación del impacto del aprendizaje experiencial en dos grupos: el primero, grupo A, con clases meramente teóricas, y el segundo, grupo B, con laboratorios prácticos de diafanización,<sup>2</sup> por medio de herramientas estadísticas, con la finalidad de implementar talleres estandarizados

1 Es la rama de la anatomía que se dedica al estudio de los huesos, su estructura, desarrollo, función y las enfermedades que los afectan; abarca tanto el esqueleto humano como el de otros animales vertebrados.

2 Los talleres estandarizados de diafanización son sesiones prácticas de laboratorio que enseñan una técnica utilizada para hacer transparentes los tejidos blandos de especímenes biológicos, permitiendo la visualización y estudio detallado de estructuras óseas y cartilaginosa teñidas.

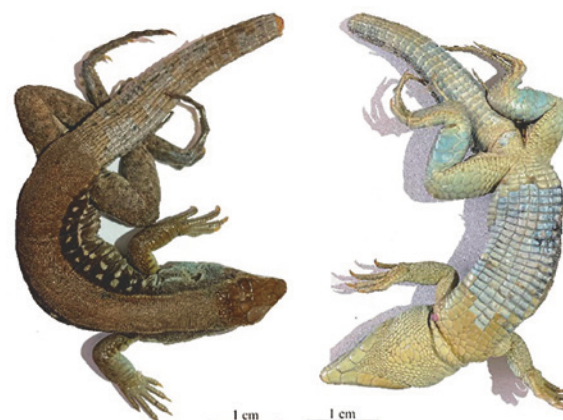
de diafanización para la enseñanza de la osteología comparada en nivel medio superior. Para ello, se trabajó con un total de 70 estudiantes de último grado de educación media superior, inscritos en las materias de “Análisis de macromoléculas y equilibrio ácido-base” y “El uso de la biodiversidad y prácticas productivas” en la Escuela Preparatoria Número 3 de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

«En osteología, la práctica directa con muestras reales fortalece la comprensión y habilidades prácticas»

### *Diseño de los grupos de intervención*

Se conformaron dos grupos homogéneos de 35 alumnos cada uno. El primer conjunto, grupo A, recibió una instrucción teórica presencial de ocho horas semanales, distribuidas en sesiones de dos horas los lunes, cuatro horas los martes y dos horas los miércoles, durante cinco semanas en total. Por su parte, el segundo, grupo B, tuvo prácticas presenciales que incluyeron breve

Imagen 1. Organismo de la familia Teiidae (Squamata) en vista dorsal y en vista ventral



Fuente: elaboración propia.

revisión teoría y la diafanización de un ejemplar de la familia Teiidae, así como su observación mediante microscopía estereoscópica. Las sesiones de laboratorio para este grupo fueron de seis horas a la semana, con tres horas los jueves y tres horas los viernes. Ambas intervenciones pedagógicas se llevaron a cabo durante marzo-abril de 2024 (ver Tabla 1).

Tabla 1. Contenidos temáticos por sesión semanal

Grupo	Semana	Duración	Contenido visto	Modalidad
A	1	8 horas	Introducción a la diafanización	Teórica
A	2	8 horas	Principios básicos de transparencia de tejidos	Teórica
A	3	8 horas	Métodos y técnicas de diafanización	Teórica
A	4	8 horas	Aplicaciones de la diafanización en la ciencia	Teórica
A	5	8 horas	Limitaciones y consideraciones éticas	Teórica
B	1	6 horas	Introducción a la diafanización y preparación de muestras para diafanización	Teórica y práctica
B	2	6 horas	Fundamento, selección y manejo de soluciones clarificadoras	Teórica y práctica
B	3	6 horas	Procedimiento práctico de diafanización en organismos pequeños	Práctica
B	4	6 horas	Observación y análisis de tejidos diafanizados bajo microscopía	Práctica
B	5	6 horas	Interpretación de resultados y documentación de hallazgos	Práctica

Fuente: elaboración propia.

### Proceso de diafanización y tinción ósea

Se identificó taxonómicamente<sup>3</sup> el ejemplar con base en Pough *et al.* (2016) hasta nivel de familia (ver Imagen 1). Posteriormente, se diafanizó mediante la modificación de la técnica de Romero-Oliva y González-Rodríguez (2019) (ver Tabla 2).

Tabla 2. Protocolo específico de diafanización (Teiidae)

Ejemplar (Teiidae)		
Etapas	Solución	Días
1	Alcohol al 70 %.	28
2	50 mL de agua destilada + 7 mL de KOH + 40 mL de glicerina + 1 g de rojo de alizarina.	12
3	Alcohol al 70 %.	5
4	12 mL de glicerina + 40 mL de agua destilada + 1 mL de agua oxigenada + 2.5 mL de KOH.	25

Fuente: elaboración propia.

### Valoración del aprendizaje

Con base en Rodrigues da Rocha *et al.* (2021), se realizó un examen de opción múltiple con tres posibles respuestas (a, b y c), con un total de 25 preguntas, todas ellas con un nivel de dificultad elevado. El tiempo para resolver el examen fue de una hora, impreso, presencial y síncrono. Los resultados individuales de cada estudiante fueron capturados en una hoja de cálculo para su posterior análisis.

### Enfoque analítico

Para la evaluación de normalidad de datos se construyó un histograma de frecuencias, se generó un gráfico Q-Q plot (cuantil-cuantil) y se realizaron pruebas estadísticas formales de normalidad: Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov y Lilliefors. Se compararon las medias de los dos grupos de estudio mediante la prueba t de Welch. Esta prueba es una variante de la prueba t de Student que no asume igualdad de varianzas entre los grupos. Igualmente se realizó un análisis de subgrupos; dado que los grupos A

(alumnos teóricos) y B (alumnos experienciales) contaban con un tamaño de muestra relativamente pequeño ( $n = 35$ ), se decidió utilizar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para comparar las medianas de los subgrupos de hombres y mujeres dentro de cada grupo. Finalmente, se calcularon diferentes coeficientes para estimar el tamaño del efecto de la diferencia entre los grupos: coeficiente d de Cohen, coeficiente delta de Glass y coeficiente g de Hedges. Los valores de los tres coeficientes calculados generalmente se interpretan de la siguiente manera: 0.2 efecto pequeño, 0.5 efecto medio, 0.8 efecto grande, 1.0 efecto muy grande y 1.2 efecto enormemente grande.

### Evidencias del estudio

La técnica modificada de Romero-Oliva y González-Rodríguez (2019) de especies pequeñas es extrapolable para especies de mediano tamaño de diferente orden (ver Imágenes 2 y 3).

Imagen 2. Ejemplar de la familia Teiidae diafanizado en vista frontal



Fuente: elaboración propia.

3 Proceso de clasificar organismos en categorías específicas del sistema biológico. Se realiza para catalogar la biodiversidad, comprender relaciones evolutivas y facilitar la comunicación científica sobre especies.

Imagen 3. Ejemplar de la familia Teiidae diafanizado en vista dorsal



Fuente: elaboración propia.

Los resultados para la comparación de medias usando T de Welch fueron: valor de la estadística t:  $-11.2993$ ; grados de libertad:  $57.5055$ ; valor p:  $3.124 \times 10^{-16}$ . El valor p obtenido es menor que el nivel de significancia  $\alpha$  establecido ( $0.05$ ), por ello, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias. Este resultado indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos de alumnos A y B. La magnitud de la diferencia entre las medias muestrales fue de  $-2.26$ , con un intervalo de confianza del  $95\%$  que no incluye el  $0$ , reforzando la conclusión de que las medias poblacionales difieren. Los resultados de la prueba t de Welch (ver Gráfica 1) sugieren que existe evidencia suficiente para afirmar que el desempeño promedio de los estudiantes teóricos y experimentales es diferente.

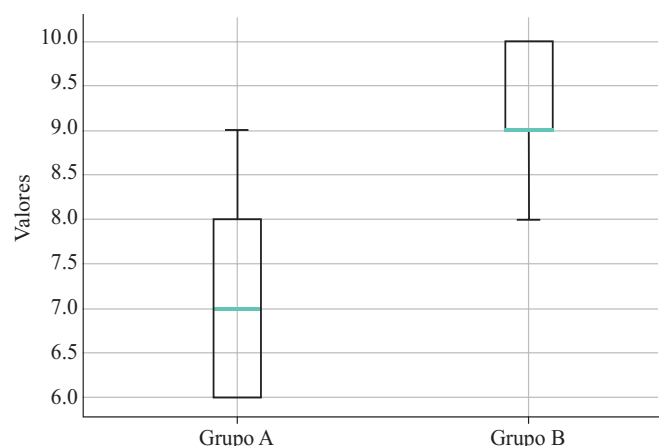
El tamaño del efecto observado fue el siguiente: Cohen's d ( $2.701049$ ), Glass's delta ( $2.260948$ ) y Hedges'g ( $2.701049$ ) (ver Gráfica 2). Esto indica una diferencia enormemente grande entre las medias de los dos grupos de estudiantes que recibieron métodos de enseñanza diferentes. Incluso Glass's delta, que tiende a ser ligeramente más conservador, arroja un valor muy alto

«Existe evidencia suficiente para afirmar que el desempeño promedio de los estudiantes teóricos y experimentales es diferente»

de  $2.26$ , lo cual se considera un tamaño del efecto muy grande. Los valores tan elevados sugieren que el método de enseñanza experiencial con diafanización y tinción especial obtuvo un impacto sumamente importante en el desempeño de los estudiantes.

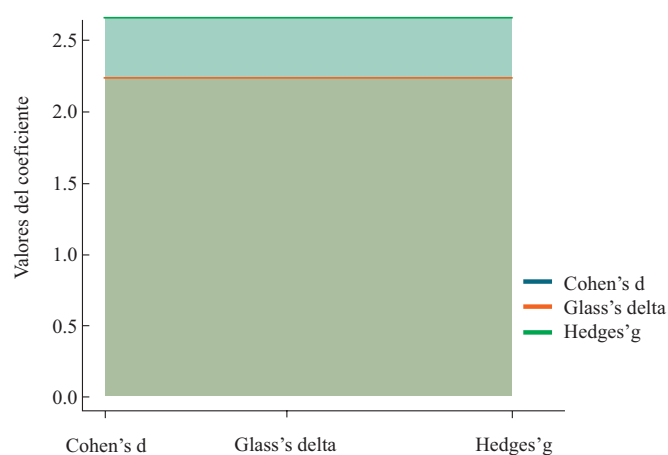
Gráfica 1. Resultados de la prueba t de Welch sobre el desempeño de los estudiantes teóricos (grupo A) y experimentales (grupo B)

Distribución de datos:  
Grupo A vs. Grupo B



Fuente: elaboración propia. Boxplot T de Welch generado en Google Colab con código de Phyton.

Gráfica 2. Comparativo entre coeficientes de efecto



Fuente: elaboración propia. Generado en Google Colab con código de Phyton.

### *Análisis de subgrupos (hombres y mujeres)*

El estadístico U de Mann-Whitney para los subgrupos hombres y mujeres del grupo A (estudiantes teóricos)

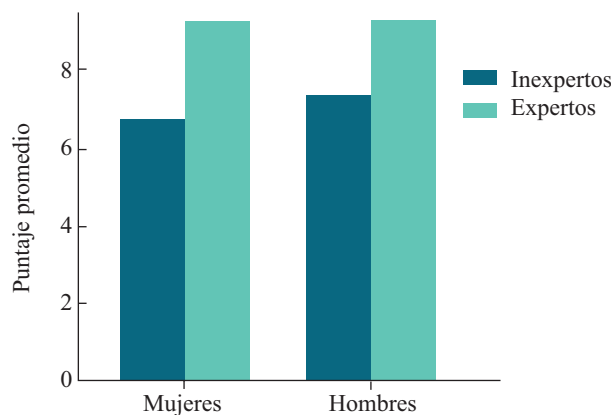


fue de 135.00, con un valor  $p$  de 0.6528, mayor que el nivel de significancia (0.05), lo que sugiere la ausencia de diferencias significativas entre los puntajes de mujeres y hombres del grupo. Se puede afirmar que en el grupo A, el género no parece tener un efecto significativo en el rendimiento de la evaluación.

Para los subgrupos del grupo B, el estadístico fue de 103.00, con un valor  $p$  de 0.0410, menor que el nivel de significancia (0.05), lo que sugiere que en el grupo B (alumnos experienciales), el género parece tener un efecto significativo en el rendimiento de la evaluación, con las mujeres obteniendo puntajes más altos en promedio que los hombres (ver Gráfica 3).

En conclusión, los hallazgos del presente estudio respaldan la teoría del aprendizaje experiencial propuesta por David Kolb, la cual sostiene que el aprendizaje más efectivo ocurre cuando se combinan la experiencia concreta con la conceptualización abstracta y la experimentación activa. Los estudiantes del grupo B, quienes tuvieron la oportunidad de complementar la teoría con prácticas en el laboratorio, demostraron un desempeño significativamente superior en comparación con el grupo A, que solamente recibió clases teóricas en el aula.

Gráfica 3. Comparación de puntajes de género y nivel de experiencia



Fuente: elaboración propia. Comparativo U Mann-Whitney generado en Google Colab con código de Python.

Estos resultados sugieren que la sola exposición a conceptos abstractos mediante clases magistrales puede ser insuficiente para lograr un aprendizaje profundo y duradero. Es necesario brindar a los estudiantes experiencias prácticas que les permitan poner en acción los conocimientos adquiridos, enfrentándose a situaciones reales y

concretas donde puedan aplicar los principios teóricos. Al combinar las actividades prácticas de laboratorio con la reflexión y la teoría, los estudiantes del grupo B pudieron consolidar su comprensión de manera más sólida, lo que se reflejó en su desempeño superior. El presente estudio resalta la necesidad de incorporar enfoques pedagógicos que promuevan el aprendizaje activo y experiencial, especialmente en áreas donde el componente práctico es fundamental para la adquisición de habilidades y conocimientos duraderos.

### Fuentes de consulta

- Cañaveral Bermúdez, L. J., Nieto Dionicio, A. S. & Vaca Ocampo, J. H. (2020). El aprendizaje significativo en las principales obras de David Ausubel: lectura desde la pedagogía. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/12251>.
- Espinar Álava, E. M. & Viguera Moreno, J. A. (2020). El aprendizaje experiencial y su impacto en la educación actual. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0257-43142020000300012&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142020000300012&lng=es&tlng=es).
- Kathiusca Loo, K. & Alarcón Barcia, L. A. (2021). Estrategias metodológicas creativas para potenciar los estilos de aprendizaje. *Revista San Gregorio*, 1(48), 1-14. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2528-79072021000500001&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2528-79072021000500001&script=sci_arttext).
- MoscOSO-Ríos, L. J. (2020). *Una experiencia significativa de educación ambiental. El aprendizaje experiencial como favorecedor de comportamientos pro ambientales en niños y niñas de 3 años de una institución pública del distrito de San Miguel*. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/17627>.
- Pough, F. H., Andrews, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitzky, A. H. & Wells, K. D. (2016). *Herpetology*. Sinauer Associates, Incorporated, Publishers.
- Punguil-Illbay, L. S., Montufar-Quishpe, M. G., López-Fernández, R. & Caicedo-Quiroz, R. (2024). Evaluación a través de la analítica del aprendizaje utilizando los recursos didácticos digitales en la asignatura de Osteología. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 7(S1), 26-37. <https://acortar.link/CtUN1D>.
- Rodrigues da Rocha, M., Nunes da Conceição, H., Santos do Vale, H., Pacheco Rodrigues, M. T., Medeiros Mascarenhas, M. D. & Vilarouca da Silva, A. R. (2021). Instrumentos de evaluación del conocimiento sobre

- enfermedades cardiovasculares: revisión integradora. *Enfermería Global*, 20(64), 629-672. <https://dx.doi.org/10.6018/eglobal.442251>.
- Rodríguez Cepeda, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, 14(1), 51-64. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.698>.
- Romero-Oliva, O. J. & González-Rodríguez, K. A. (2019). Optimización de la técnica diafanización y tinción de Piovesana (2014), aplicada para el pez *Gymnocorymbus ternetzi*. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7(13), 41-46. <https://doi.org/10.29057/icbi.v7i13.3424>.
- Villarroel Henríquez, V. A., Gutiérrez Suárez, M. P., Bruna Jofré, D. V. & Castillo Rabanal, I. F. (2021). Aplicación de la metodología de aprendizaje experiencial en educación superior. *Podium*, (40), 41-58. <https://doi.org/10.31095/podium.2021.40.3>.

