



Universidad Latina de Panamá

Centro de Estudios de Postgrados

Facultad de Ciencias de la Educación y Desarrollo Humano

Maestría en Docencia Superior

**Evaluación del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio para la  
comprensión de las propiedades físicas del suelo en la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias, Universidad de Panamá, primer semestre de 2026**

Epifanio González

8-855-2198

Tesis presentada como requisito para optar al grado de Magíster en Docencia  
Superior

Ciudad de Panamá, República de Panamá

2026



**Universidad Latina de Panamá**

**Departamento de Registros Académicos**

Trabajo de Graduación para optar por el título de Maestría en Docencia Superior, bajo el tema: **“Evaluación del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio para la comprensión de las propiedades físicas del suelo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, primer semestre de 2026”**.

Esta tesis fue aprobada por los miembros del tribunal calificador conformado por:

Dr. Giuliano Mazzanti

Docente asesor


---

Firma

Dado en la Ciudad de Panamá, a los 25 días del mes de abril de 2026.

## DECLARACIÓN JURADA

Yo, Epifanio Arnold González Fossatti, portador de la cédula de identidad personal No. 8-855-2198, estudiante de la Maestría en Docencia Superior de la Universidad Latina de Panamá, declaro bajo juramento que el trabajo de tesis titulado: **“Evaluación del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio para la comprensión de las propiedades físicas del suelo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, primer semestre de 2026”** ha sido realizado por mi persona de manera individual, con fines académicos y como requisito para optar por el título de Magíster en Docencia Superior. Declaro que el contenido del presente trabajo es original, que he citado adecuadamente todas las fuentes utilizadas conforme a las normas de citación académica vigentes, y que no ha sido presentado previamente para la obtención de otro título académico. Asimismo, me comprometo a asumir la responsabilidad legal y académica en caso de comprobarse cualquier tipo de plagio, falsedad o uso indebido del contenido aquí presentado. En fe de lo anterior, firmo la presente declaración en la ciudad de Panamá, a los 5 días del mes de mayo del año 2026.

Firma:  \_\_\_\_\_

Nombre completo: Epifanio Arnold González Fossatti

Cédula: 8-855-2198

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa de formación y por brindarme la fortaleza y disciplina necesarias para alcanzar este logro.

Expreso mi sincero agradecimiento a los docentes de la Maestría en Docencia Superior por su orientación académica y por promover una formación basada en la reflexión pedagógica y el compromiso con la calidad educativa.

A mis estudiantes, quienes constituyen la motivación principal de esta investigación, ya que su proceso de aprendizaje me inspiró a buscar estrategias didácticas más efectivas para la enseñanza de las propiedades físicas del suelo.

De manera muy especial y profunda, agradezco a mi pareja, por su apoyo incondicional, paciencia y comprensión durante cada etapa de este proceso. Su acompañamiento constante ha sido un pilar fundamental para mantener la motivación y el equilibrio necesario entre la vida profesional y familiar.

A mis compañeros de clases, con quienes trabajé arduamente para alcanzar esta meta que, en el camino, se convirtió en un logro colectivo, por su respaldo constante y espíritu de colaboración.

A todos ellos, mi gratitud sincera por formar parte de este proceso académico que no solo representa un avance profesional, sino también un crecimiento personal y humano.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis estudiantes, quienes diariamente enfrentan el reto de comprender la complejidad del suelo como sistema físico-natural.

A los docentes que creen en la innovación pedagógica y en la importancia de integrar teoría y práctica como camino para lograr aprendizajes significativos en la educación superior.

Y a mi familia y amigos por su respaldo constante en cada meta académica alcanzada.

## Índice General

DECLARACIÓN JURADA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
Índice de gráficas .....	iv
Índice de tablas .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
Capítulo I. Planteamiento del Problema .....	9
1.1 Antecedentes .....	10
1.2 Planteamiento del problema.....	12
1.2.1 Diagnóstico situacional del problema .....	14
1.2.2 Delimitación o alcance del proyecto .....	15
1.3 Justificación de la investigación .....	16
1.3.1 Importancia.....	18
1.3.2 Aportes del proyecto.....	19
1.4 Objetivos .....	20
1.4.1 Objetivo general .....	20
1.4.2 Objetivos específicos .....	20
1.5 Definición de términos.....	21
1.6 Limitaciones o restricciones de la investigación .....	25
1.7. Hipótesis.....	25
Capítulo 2. Marco teórico .....	27
2.1 Fundamentación pedagógica del aprendizaje en educación superior.....	28
2.2 Teorías del aprendizaje aplicadas a la enseñanza de ciencias.....	30
2.2.1 Constructivismo.....	33
2.2.2 Aprendizaje significativo (Ausubel).....	35
2.2.3 Aprendizaje experiencial (Kolb).....	38
2.3 Didáctica de las ciencias en educación superior .....	40
2.3.1 Enseñanza tradicional vs enseñanza activa.....	43
2.3.2 Rol del laboratorio en ciencias .....	46
2.4 Enseñanza de la Edafología en educación superior .....	49
2.4.2 Dificultades de aprendizaje en propiedades físicas del suelo .....	54

2.5 El laboratorio como estrategia didáctica.....	57
2.5.1 Beneficios pedagógicos del trabajo experimental .....	60
2.5.2 Integración teoría–práctica.....	62
2.5.3 Evidencia empírica en educación científica.....	65
Capítulo 3. Marco Metodológico.....	68
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	69
3.2 Población y muestra .....	71
3.3 Variables .....	73
3.3.2 Variable dependiente .....	73
3.4 Descripción de instrumentos .....	75
3.4.1 Entrevista semiestructurada a docentes.....	75
3.4.2 Encuesta a estudiantes .....	76
3.4.2.1 Encuesta Diagnóstica (Pretest) .....	76
3.4.2.2 Encuesta de evaluación final (Postest).....	77
3.5 Procedimiento de recolección de datos.....	78
3.6 Técnicas de análisis estadístico .....	81
Capítulo 4. Análisis e interpretación de resultados.....	85
4.1 Resultados del instrumento docente .....	86
4.2 Resultados del instrumento estudiantil.....	96
4.2.1 Análisis comparativo pretest–postest .....	122
4.3 Prueba de hipótesis.....	124
4.4 Conclusiones.....	128
4.5 Recomendaciones.....	130
Capítulo 5. Propuesta pedagógica .....	132
5.1 Introducción.....	133
5.2 Fundamentación pedagógica de la propuesta.....	134
5.3 Justificación.....	136
5.5 Diseño de guía metodológica de laboratorio .....	139
5.5.1 Estructura general de la guía metodológica .....	140
5.5.2 Prácticas sugeridas para la asignatura .....	141
5.5.3 Estrategia metodológica de aplicación .....	142
5.5.4 Recursos requeridos .....	142
5.5.5 Evaluación de la propuesta .....	143
5.5.6 Carácter realista de la propuesta .....	143

5.6 Análisis costo–beneficio .....	144
5.6.1 Costos estimados de implementación .....	144
5.6.2 Beneficios esperados .....	145
5.6.3 Relación costo-beneficio .....	146
5.6.4 Interpretación general .....	147
5.6.5 Conclusión del análisis costo-beneficio .....	147
5.7 Plan de implementación .....	147
5.7.1 Fase 1. Planificación académica .....	148
5.7.2 Fase 2. Ejecución bajo enfoque constructivista, experiencial y por competencias .....	149
5.7.3 Fase 3. Seguimiento y evaluación.....	151
5.7.4 Criterios derivados del diagnóstico de la investigación .....	152
5.7.5 Recursos necesarios.....	152
5.7.6 Indicadores de éxito .....	153
5.7.7 Viabilidad de implementación.....	154
5.7.8 Consideraciones finales .....	154
5.8 Cronograma .....	154
5.8.1 Consideraciones operativas del cronograma .....	156
5.8.2 Interpretación general .....	156
5.9 Presupuesto .....	156
6.0 Bibliografía .....	159
7.0 Anexos .....	161
7.1 Instrumentos de recolección.....	161

## Índice de gráficas

Gráfica N° 1. Distribución de la profesión de los participantes en la encuesta.....	87
Gráfica N° 2. Percepción docente sobre la dificultad de enseñar las propiedades físicas del suelo únicamente con teoría .....	88
Gráfica N° 3. Percepción docente sobre el impacto de las prácticas de laboratorio en la comprensión de las propiedades físicas del suelo .....	89
Gráfica N° 4. Frecuencia con que los docentes integran prácticas de laboratorio en la asignatura.....	89
Gráfica N° 5. Porcentaje de tiempo que los docentes dedican a actividades prácticas de laboratorio en la asignatura .....	90
Gráfica N° 6. Nivel de conocimiento conceptual inicial sobre propiedades físicas del suelo.....	97
Gráfica N° 7. Nivel de conocimiento procedimental inicial sobre análisis de suelo ...	99
Gráfica N° 8. Nivel de motivación y percepción de los estudiantes sobre la asignatura y el uso del laboratorio .....	101
Gráfica N° 9. Distribución de respuestas sobre el conocimiento del objetivo del muestreo de suelo.....	104
Gráfica N° 10. Distribución de respuestas sobre el conocimiento del primer paso en la preparación de una muestra de suelo .....	105
Gráfica N° 11. Distribución de respuestas sobre el propósito del tamizado del suelo .....	106
Gráfica N° 12. Conocimiento sobre el método de Bouyoucos en el análisis de suelos .....	107
Gráfica N° 13. Determinación de la textura del suelo según el tamaño de las partículas.....	107
Gráfica N° 14. Distribución de respuestas sobre la comprensión conceptual de las propiedades físicas del suelo .....	108
Gráfica N° 15. Distribución de respuestas sobre el desarrollo de habilidades prácticas en el análisis de suelos .....	109
Gráfica N° 16. Distribución de respuestas sobre la articulación teoría-práctica en el aprendizaje de la edafología .....	111
Gráfica N° 17. Distribución de respuestas sobre la motivación y valoración del laboratorio como estrategia didáctica.....	112
Gráfica N° 18. Distribución de respuestas sobre el objetivo del muestreo de suelo	113
Gráfica N° 19. Distribución de respuestas sobre el proceso de tamizado del suelo	114
Gráfica N° 20. Conocimiento estudiantil sobre el método de Bouyoucos.....	115
Gráfica N° 21. Factores determinantes de la textura del suelo según percepción estudiantil .....	116
Gráfica N° 22. Distribución de respuestas relacionados con el determinante principal	

de la textura del suelo .....	117
-------------------------------	-----

## Índice de tablas

Tabla 1. Categorías y respuestas obtenidas en entrevistas a docentes sobre metodología de enseñanza en Edafología .....	91
Tabla 2. Categorías y respuestas obtenidas en entrevistas a docentes sobre articulación teoría - práctica de laboratorio .....	92
Tabla 3. Categorías y respuestas de estudiantes sobre el impacto de las prácticas de laboratorio .....	93
Tabla 4. Fortalezas, limitaciones y recomendaciones emergentes en entrevistas a docentes de Edafología General .....	94
Tabla 5. Categorías de respuestas estudiantiles sobre el aprendizaje de la textura del suelo en prácticas de laboratorio.....	118
Tabla 6. Aspectos de mejora señalados por los estudiantes en las prácticas de laboratorio .....	120
Tabla 7. Propuesta de prácticas básicas para Edafología General.....	141
Tabla 8. Niveles de costos directos estimados para la implementación de recomendaciones .....	144
Tabla 9. Niveles de costos indirectos estimados en la implementación de recomendaciones .....	145
Tabla 10. Evaluación de costo–beneficio en términos académicos e institucionales .....	146
Tabla 11. Cronograma de Implementación de la Propuesta Pedagógica para la Asignatura Edafología .....	155
Tabla 12. Presupuesto estimado para la implementación de las adquisiciones requeridas .....	156

## RESUMEN

La enseñanza de las propiedades físicas del suelo en educación superior representa un desafío debido a la complejidad conceptual que integra conocimientos de física, química y ciencias naturales.

En diversos contextos universitarios, la asignatura incluye prácticas de laboratorio que la mayoría de los docentes utilizan; sin embargo, estas actividades no siempre se desarrollan con una metodología articuladas de manera efectiva con los contenidos teóricos. Esta situación limita su impacto en la comprensión de las propiedades físicas del suelo.

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la importancia de las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica complementaria para la comprensión de las propiedades físicas del suelo. Se desarrolló bajo un enfoque mixto con predominio cuantitativo, con diseño cuasi experimental pretest-postest con grupo único intacto.

De igual manera, se aplicaron encuestas a docentes y estudiantes para evaluar la percepción sobre la utilidad del laboratorio en el proceso de aprendizaje.

Los resultados permitieron identificar mejoras en la comprensión conceptual posterior al desarrollo de prácticas de laboratorio, así como una valoración positiva por parte de los estudiantes respecto a la integración teoría-práctica.

Se concluye que el laboratorio constituye una herramienta pedagógica fundamental para favorecer el aprendizaje significativo en la enseñanza de las propiedades físicas e incluso químicas del suelo.

Palabras clave: laboratorio, enseñanza superior, propiedades físicas del suelo, aprendizaje significativo, didáctica universitaria.

## **ABSTRACT**

Teaching soil physical properties in higher education represents a challenge due to the conceptual complexity involved, which integrates knowledge from physics, chemistry, and natural sciences.

In various university contexts, the course includes laboratory practices that most instructors use; however, these activities are not always carried out with a methodology effectively articulated with the theoretical content. This situation limits their impact on the understanding of the soil's physical properties.

The purpose of this research was to analyze the importance of laboratory practices as a complementary didactic strategy for understanding soil physical properties. The study was conducted under a quantitative approach, using a quasi-experimental pretest–posttest design applied to students enrolled in the General Soil Science course.

Additionally, surveys were administered to both teachers and students to evaluate their perceptions regarding the usefulness of laboratory activities in the learning process.

The results revealed improvements in conceptual understanding following the implementation of laboratory practices, as well as a positive student perception regarding the integration of theory and practice.

It is concluded that laboratory work constitutes a fundamental pedagogical tool for promoting meaningful learning in the teaching of soil physical and even chemical properties.

**Keywords:** laboratory practice, higher education, soil physical properties, meaningful learning, university didactics.

## **Capítulo I. Planteamiento del Problema**

## **1.1 Antecedentes**

Diversos estudios en el ámbito de la educación superior han evidenciado que los enfoques pedagógicos tradicionales, basados principalmente en la transmisión pasiva de contenidos, resultan limitados para el desarrollo de habilidades cognitivas superiores y para la comprensión profunda de conceptos complejos en las ciencias naturales. En este contexto, la literatura académica reciente respalda la implementación de enfoques de aprendizaje activo, incluso en disciplinas especializadas como la ciencia del suelo.

La enseñanza a nivel superior requiere de métodos creativos que permitan al estudiante complementar la información recibida de manera teórica a través de la práctica u otras alternativas pedagógicas. En la actualidad, es bien conocido que las personas aprenden de distintas maneras, es decir, que mientras que un estudiante puede tener facilidad para comprender a través de contenidos teóricos, puede haber otro estudiante que requiera ejemplos prácticos, estudios de casos, prácticas de campo u otras estrategias para asimilar la información transmitida por parte del docente.

Además, existen asignaturas que son muy específicas de un área de estudio por lo que la base de conocimientos de los estudiantes respecto a esas materias es, en muchos casos, muy limitada. Tal es el caso del conocimiento a nivel científico de la mayoría de las personas sobre el suelo, el cual resulta poco familiar para la mayoría de las personas añadiendo un nivel de dificultad para la comprensión de los contenidos, situación que también ocurre en diversas disciplinas del conocimiento, donde la ausencia de experiencias previas obliga a implementar estrategias

didácticas que favorezcan el proceso de enseñanza aprendizaje de manera efectiva. Desde el siglo XX se ha estudiado el enfoque de aprender haciendo, el cual se fundamenta en la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb (1984), quien plantea que el conocimiento se construye a partir de la acción y la reflexión.

Según Pérez-Anagumbra (2024), la pedagogía transformadora desde el enfoque del aprendizaje activo es fundamental para fomentar un proceso educativo que promueva el desarrollo integral de los estudiantes. En este sentido, es necesario asumir una mirada centrada en el estudiante como agente activo de su propio aprendizaje, capaz de construir conocimientos de manera significativa a partir de su interacción con el entorno.

Esta misma autora define el enfoque aprender haciendo como una disposición de estrategia orienta al logro académico que se centra en el aprendizaje activo y práctico. Esta metodología se basa en la idea de que los estudiantes aprenden mejor cuando están involucrados en actividades prácticas y experiencias significativas. En lugar de simplemente escuchar o leer sobre un concepto, los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar lo que han aprendido en situaciones reales, lo que les permite desarrollar una comprensión más profunda y significativa.

Amador (2019) señala que la enseñanza de la ciencia del suelo a nivel universitario se beneficia significativamente de metodologías activas centradas en el estudiante, tales como el aprendizaje basado en problemas, la instrucción entre pares y estrategias de enseñanza justo a tiempo. Estas metodologías fomentan la participación activa del estudiante, el pensamiento crítico y la aplicación del conocimiento en situaciones reales, aspectos fundamentales para la comprensión de

procesos edáficos y propiedades físicas del suelo, que suelen ser abstractos cuando se abordan únicamente desde un enfoque teórico.

Además, el autor destaca que las actividades prácticas, integradas dentro de enfoques activos, permiten a los estudiantes relacionar conceptos teóricos con observaciones y mediciones concretas, favoreciendo una mayor retención del conocimiento y una actitud más positiva hacia el aprendizaje de la edafología. En este sentido, la literatura demuestra que el aprendizaje activo no solo es aplicable a la ciencia del suelo, sino que constituye una estrategia pedagógica eficaz para mejorar la comprensión conceptual y el desarrollo de competencias profesionales en esta disciplina (Amador, 2019).

Este respaldo teórico justifica la necesidad de evaluar metodologías basadas en prácticas de laboratorio como herramientas clave para fortalecer el aprendizaje significativo de las propiedades físicas del suelo en la formación universitaria, particularmente en carreras del área agropecuaria.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La Edafología General constituye una asignatura fundamental en la preparación de futuros profesionales del Área Agroambiental, debido a que proporciona los conocimientos básicos sobre las propiedades físicas del suelo y su relación con el uso, manejo y conservación de los recursos naturales. Sin embargo, la enseñanza de estos contenidos presenta desafíos significativos, ya que muchos de los conceptos asociados, como textura, densidad aparente, porosidad, humedad e infiltración resultan abstractos y de difícil comprensión cuando se abordan únicamente desde un enfoque teórico.

En la enseñanza universitaria de la Edafología General se observa que, cuando los contenidos relacionados con las propiedades físicas del suelo se abordan predominantemente desde un enfoque teórico, los estudiantes presentan dificultades para comprender y aplicar dichos conocimientos. Aunque se realizan prácticas de laboratorio, estas no siempre se desarrollan de manera sistemática, planificada y articulada con los contenidos teóricos, lo que limita su impacto en el aprendizaje.

Por otra parte, las prácticas de laboratorio representan una estrategia didáctica clave para favorecer la comprensión de los contenidos edafológicos, al permitir la observación directa, la experimentación y el análisis de resultados obtenidos a partir de muestras reales de suelo.

No obstante, la simple ejecución de prácticas de laboratorio no garantiza por sí sola un aprendizaje efectivo. En muchos casos, estas actividades se desarrollan de forma mecánica, con escasa articulación entre la teoría impartida en el aula y los procedimientos realizados en el laboratorio, lo que reduce su impacto pedagógico.

Esta situación genera una brecha entre el conocimiento conceptual y el conocimiento práctico, afectando la comprensión integral de las propiedades físicas del suelo.

En la asignatura Edafología General, impartida en educación superior, se observa la necesidad de evaluar de manera sistemática el uso del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio como estrategia didáctica, con el fin de determinar su impacto real en la comprensión de las propiedades físicas del suelo. Resulta pertinente conocer la percepción de los estudiantes sobre esta estrategia, como elemento complementario para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Ante esta situación, surge la necesidad de desarrollar una investigación que permita

evaluar el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio como estrategia didáctica en la asignatura Edafología General, considerando tanto el rendimiento académico de los estudiantes como su percepción sobre la utilidad pedagógica de dicha estrategia en la comprensión de las propiedades físicas del suelo.

### **1.2.1 Diagnóstico situacional del problema**

En la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, asignaturas como Edafología General y Fertilidad de Suelos forman parte del eje básico de las cinco carreras de ingeniería que se imparten, incluyendo la carrera de Ingeniería Forestal que empieza a impartirse este año 2026 constituyéndose en una materia extremadamente relevante para la formación de profesionales del sector agropecuario y ambiental. No obstante, en la práctica docente se ha identificado que los estudiantes presentan dificultades recurrentes en la comprensión de las propiedades fisicoquímicas del suelo, especialmente cuando estos contenidos se abordan predominantemente desde un enfoque teórico.

Actualmente, al menos 5 docentes están impartiendo la materia y a pesar de que existe una guía acerca de los temas a abordar, los docentes tienen cierta libertad para decidir la metodología a implementar para impartir las materias.

La asignatura es considerada de alta exigencia académica, como consecuencia un porcentaje alto de los estudiantes que dan la materia por primera vez no la aprueban y deben repetir el siguiente año la misma materia. Esto puede deberse a varios factores o a la combinación de varios factores como son una base limitada en conocimientos de química general, química orgánica, matemáticas y física las cuales

son utilizados en el proceso de enseñanza de esta materia que incluye los principios básicos de las ya mencionadas.

El diagnóstico preliminar del proceso de enseñanza-aprendizaje evidencia que, si bien las prácticas de laboratorio están contempladas dentro del programa de la asignatura, su implementación no siempre responde a una planificación pedagógica sistemática ni a una articulación efectiva con los contenidos teóricos desarrollados en el aula. En algunos casos, las prácticas se realizan de manera puntual o con énfasis en el cumplimiento de procedimientos, sin promover la reflexión, el análisis de resultados ni la relación directa con los conceptos edafológicos fundamentales.

Del mismo modo, se observa que los estudiantes tienden a memorizar definiciones relacionadas con propiedades físicas del suelo, como textura, densidad aparente, porosidad, estructura y color, sin lograr una comprensión integral de su significado, su método de determinación y su importancia en el manejo del suelo. Esta situación se refleja en un desempeño académico limitado y en dificultades para aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones prácticas o reales.

De manera complementaria, se hace necesario realizar un diagnóstico sistemático que permita conocer el nivel inicial de comprensión de los estudiantes, identificar las debilidades del enfoque tradicional y analizar el papel que desempeñan las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje significativo de las propiedades físicas e incluso químicas del suelo.

### **1.2.2 Delimitación o alcance del proyecto**

La presente investigación se desarrollará en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, durante el primer semestre académico del año 2026, y

estará dirigida exclusivamente a estudiantes matriculados en la asignatura Edafología General.

El estudio se enfocará en evaluar el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para la comprensión de las propiedades físicas del suelo, específicamente aquellas relacionadas con textura, densidad aparente, porosidad, estructura, y color. No se abordarán propiedades biológicas del suelo y las propiedades químicas se limitarán a variables básicas consideradas en la intervención, como pH.

El alcance de la investigación será de tipo descriptivo y comparativo, ya que se analizará el nivel de comprensión de los estudiantes antes y después de la implementación de las prácticas de laboratorio, así como su percepción sobre dicha estrategia. Los resultados obtenidos estarán circunscritos al grupo de estudio seleccionado y al período académico establecido, por lo que no se pretende generalizar las conclusiones a otras asignaturas, niveles educativos o instituciones.

Es importante aclarar que la intervención educativa se limitó al desarrollo de prácticas de laboratorio específicas, correspondientes al muestreo de suelo, la preparación de muestras y la determinación de la textura del suelo mediante el método de Bouyoucos. Esta delimitación responde al período de ejecución del estudio y a las condiciones temporales establecidas para la culminación de la investigación.

### **1.3 Justificación de la investigación**

La formación de futuros especialistas en el Área de las Ciencias Agropecuarias requiere no solo del dominio teórico de los conceptos fundamentales, sino también

del desarrollo de habilidades prácticas que permitan interpretar, analizar y manejar adecuadamente los recursos naturales, en especial el suelo, como base de los sistemas productivos. En este contexto, la comprensión de las propiedades físicas del suelo resulta esencial para la toma de decisiones agronómicas relacionadas con el manejo del agua, la fertilidad, la conservación y la productividad agrícola.

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio constituye una estrategia didáctica clave para fortalecer la relación entre teoría y práctica, ya que permite al estudiante observar, experimentar y analizar directamente las características físicas del suelo, tales como la textura, estructura, densidad aparente, porosidad y capacidad de retención de agua. Sin embargo, en muchos casos, no se cuenta con evaluaciones sistemáticas que determinen el impacto real de estas prácticas en la comprensión significativa de los contenidos por parte de los estudiantes.

En la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, resulta pertinente evaluar el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio, considerando que estas actividades forman parte fundamental del plan de estudios y representan una inversión importante de tiempo, recursos e infraestructura. Actualmente, en esta unidad académica se imparten un total de 5 ingenierías, y en todas se dan materias de suelos como Edafología General y Fertilidad de Suelos.

Analizar la efectividad de las prácticas de laboratorio, así como su nivel de aprovechamiento permitirá identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las propiedades físicas del suelo durante el primer semestre de 2026.

Desde el punto de vista académico, esta investigación aportará evidencia empírica sobre la eficacia de las prácticas de laboratorio como herramienta pedagógica, contribuyendo al mejoramiento de las metodologías de enseñanza en las asignaturas relacionadas con edafología y manejo de suelos. Además, los resultados podrán servir como referencia para docentes, coordinadores académicos y autoridades universitarias en la toma de decisiones orientadas a la innovación educativa y al fortalecimiento de la formación práctica de los estudiantes.

Finalmente, a nivel social y profesional, este estudio contribuirá a la formación de futuros profesionales agropecuarios con una comprensión más sólida y aplicada del suelo, lo cual es fundamental para promover sistemas de producción sostenibles, el uso racional de los recursos naturales y el desarrollo del sector agropecuario panameño.

### **1.3.1 Importancia**

La presente investigación es de suma importancia porque contribuye al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en la formación de profesionales de las Ciencias Agropecuarias los cuales son el pilar de la seguridad alimentaria, particularmente en lo relacionado con la comprensión de las propiedades físicas del suelo, las cuales constituyen la base para un manejo sostenible y productivo de los sistemas agrícolas. Estudiantes más conscientes y preparados harán un mejor uso del recurso suelo el cual es un recurso no renovable a escala humana lo que incrementa la importancia de su uso sostenible.

Desde el punto de vista pedagógico, el estudio permitirá analizar la efectividad del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio como estrategia didáctica, aportando

evidencia sobre su impacto en la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades prácticas y la motivación de los estudiantes. Esta información resulta muy importante para mejorar las metodologías de enseñanza empleadas en la asignatura Edafología General y aunque la investigación no pretende alcanzar a otras asignaturas, es probable que los resultados también puedan aportar orientaciones aplicables a otras asignaturas.

Desde el ámbito institucional, la investigación proporcionará insumos valiosos para la toma de decisiones académicas orientadas a la mejora de los programas de estudio, el uso eficiente de los laboratorios y el fortalecimiento de la formación práctica de los estudiantes de las diferentes ingenierías impartidas en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

### **1.3.2 Aportes del proyecto**

El proyecto aportará evidencia empírica obtenida a partir del análisis de datos reales del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Edafología General, contribuyendo al cuerpo de conocimientos relacionados con la didáctica de la edafología en educación superior. Este carácter empírico no limita de ninguna forma su valor científico ni pedagógico; sino que lo fortalece, al permitir la evaluación objetiva y sistemática del impacto de una estrategia didáctica basada en prácticas de laboratorio, sustentada en marcos teóricos del aprendizaje activo y del aprendizaje experiencial.

Los resultados permitirán identificar fortalezas y debilidades en la implementación de las prácticas de laboratorio, lo que facilitará la formulación de recomendaciones orientadas a optimizar su diseño, ejecución y evaluación dentro de la asignatura

Edafología General. A nivel docente, el estudio servirá como referencia para la adopción de estrategias didácticas activas que promuevan un aprendizaje más significativo, participativo y contextualizado.

Finalmente, el proyecto contribuirá a la formación de profesionales con mayores competencias prácticas y una comprensión más sólida del suelo, favoreciendo una enseñanza basada en evidencias y el fortalecimiento de la formación académica y profesional de los estudiantes del Área de las Ciencias Agropecuarias.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para la comprensión de las propiedades físicas del suelo en estudiantes de Edafología General.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar el nivel inicial de comprensión de las propiedades físicas del suelo.
- Aplicar el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio durante el desarrollo de la asignatura.
- Comparar el nivel de comprensión antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.
- Analizar el desempeño de los estudiantes en las prácticas de laboratorio.
- Identificar la percepción de los estudiantes sobre la estrategia didáctica implementada.

## 1.5 Definición de términos

**Aprendizaje:** Proceso mediante el cual el estudiante adquiere, modifica y/o construye conocimientos, habilidades y actitudes a partir de la experiencia, la interacción y la reflexión.

**Aprendizaje basado en prácticas de laboratorio:** Estrategia didáctica que favorece la construcción del conocimiento mediante la experimentación, la observación directa y el análisis de resultados obtenidos a partir de actividades prácticas realizadas en laboratorio.

**Aprendizaje activo:** Enfoque pedagógico que promueve la participación directa del estudiante en su proceso de aprendizaje, mediante actividades que implican análisis, reflexión y aplicación del conocimiento.

**Aprendizaje significativo:** Tipo de aprendizaje en el cual los nuevos conocimientos se integran de manera coherente con los saberes previos del estudiante, permitiendo una comprensión profunda y duradera.

**Edafología:** Ciencia que estudia el suelo como recurso natural, considerando su origen, formación, propiedades, clasificación y manejo.

**Edafología General:** Asignatura básica de las ciencias agropecuarias que aborda los fundamentos teóricos y prácticos del estudio del suelo y sus propiedades. Desde la perspectiva de esta investigación basándose en el programa analítico de la materia en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, se considerarán principalmente las propiedades físicas y algunas propiedades químicas básicas del suelo, excluyéndose las propiedades biológicas.

**Propiedades físicas del suelo:** Conjunto de características del suelo que determinan su comportamiento físico y su relación con el agua, el aire y las raíces de las plantas.

**Textura del suelo:** Proporción relativa de arena, limo y arcilla que conforman el suelo y que influye en su retención de agua, aireación y manejo.

**Estructura del suelo:** Forma en que las partículas del suelo se agrupan en agregados, afectando la porosidad, la infiltración y el crecimiento radicular.

**Densidad aparente:** Relación entre la masa de suelo seco y su volumen total, incluyendo los espacios porosos, utilizada como indicador de compactación.

**Porosidad:** Proporción del volumen total del suelo ocupada por poros, que permite el movimiento y almacenamiento de aire y agua.

**Infiltración:** Proceso mediante el cual el agua penetra en el suelo desde la superficie, influenciado por la textura, estructura y porosidad.

**Capacidad de retención de agua:** Habilidad del suelo para almacenar agua disponible para las plantas después del drenaje gravitacional.

**Prácticas de laboratorio:** Actividades experimentales planificadas que permiten al estudiante aplicar procedimientos técnicos para la medición y análisis de propiedades del suelo.

**Estrategia didáctica:** Conjunto de métodos, técnicas y recursos utilizados por el docente para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Comprensión conceptual:** Capacidad del estudiante para interpretar, explicar y relacionar conceptos de manera lógica y fundamentada.

**Habilidades prácticas:** Destrezas técnicas desarrolladas por el estudiante para ejecutar procedimientos, manejar instrumentos y analizar resultados experimentales.

**Evaluación del aprendizaje:** Proceso sistemático mediante el cual se recopila y analiza información para valorar el nivel de logro de los objetivos educativos.

**Motivación académica:** Conjunto de factores internos y externos que impulsan al estudiante a involucrarse activamente en su proceso de aprendizaje.

**Educación superior:** Nivel del sistema educativo impartido por instituciones universitarias, orientado a la formación profesional y académica en los niveles de licenciatura, ingeniería, maestría y doctorado.

**Rendimiento académico:** Nivel de logro alcanzado por el estudiante en relación con los objetivos de aprendizaje establecidos en una asignatura.

**Estrategia de enseñanza:** Plan organizado de acciones pedagógicas diseñadas por el docente para facilitar el aprendizaje y alcanzar los objetivos educativos.

**Metodología didáctica:** Conjunto de procedimientos, técnicas y actividades que orientan el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en un contexto educativo específico.

**Enfoque pedagógico:** Marco conceptual que guía la práctica educativa y define la manera en que se concibe el aprendizaje y el rol del docente y del estudiante.

**Evaluación diagnóstica:** Proceso de evaluación inicial que permite identificar los conocimientos previos, habilidades y necesidades de aprendizaje de los estudiantes antes de la intervención educativa.

**Evaluación formativa:** Evaluación continua que se realiza durante el proceso de enseñanza-aprendizaje con el propósito de retroalimentar y mejorar el aprendizaje.

**Evaluación sumativa:** Tipo de evaluación que se aplica al finalizar un proceso educativo para determinar el nivel de logro de los objetivos de aprendizaje.

**Intervención educativa:** Conjunto de acciones planificadas e intencionales implementadas para mejorar el proceso de aprendizaje en un contexto específico.

**Diseño cuasiexperimental:** Tipo de diseño de investigación educativa que compara resultados antes y después de una intervención sin asignación aleatoria de los participantes.

**Instrumentos de evaluación:** Herramientas utilizadas para recopilar información sobre el aprendizaje de los estudiantes, tales como pruebas, rúbricas, listas de cotejo y cuestionarios.

**Percepción del estudiante:** Interpretación subjetiva que el estudiante tiene sobre una experiencia educativa, basada en sus vivencias, expectativas y nivel de satisfacción.

**Encuesta:** Instrumento de recolección de datos estructurado que permite obtener información cuantitativa y cualitativa sobre el nivel de comprensión de los encuestados. En el contexto de esta investigación, las encuestas serán realizadas a los estudiantes de la materia Edafología General sobre los contenidos, su percepción de las prácticas de laboratorio y valoración de la estrategia didáctica implementada.

**Entrevista:** Instrumento de recolección de datos de carácter cualitativo mediante el cual se recaba información. En el contexto de esta investigación, las entrevistas estarán dirigidas a los docentes que imparten la asignatura Edafología General, sobre sus experiencias, percepciones y criterios pedagógicos respecto al uso de

prácticas de laboratorio como estrategia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **1.6 Limitaciones o restricciones de la investigación**

- La investigación se desarrollará durante un semestre académico.
- Se limitará a estudiantes matriculados en la asignatura Edafología General.
- Se enfocará principalmente en las propiedades físicas del suelo y en algunas propiedades químicas básicas incluidas en la intervención.
- Los resultados no pretenden generalizarse a otras asignaturas o contextos educativos.
- La intervención didáctica se limitó a un conjunto específico de prácticas de laboratorio (muestreo de suelo, preparación de muestras y análisis de textura), debido al tiempo disponible para la ejecución del estudio.

### **1.7. Hipótesis**

#### **Hipótesis General**

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio influye significativamente en la comprensión de las propiedades físicas del suelo en estudiantes de la asignatura Edafología General.

#### **Hipótesis específicas**

##### **Hipótesis específica 1 – Comprensión de propiedades físicas**

###### **H0:**

El nivel de comprensión de las propiedades físicas del suelo no es significativamente mayor después de la implementación del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio.

**H1:**

El nivel de comprensión de las propiedades físicas del suelo es significativamente mayor después de la implementación del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio.

**Hipótesis específica 2 – Habilidades para la medición de propiedades del suelo****H0:**

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio no mejora significativamente el desarrollo de habilidades prácticas para la medición y análisis de las propiedades físicas del suelo.

**H1:**

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio mejora significativamente el desarrollo de habilidades prácticas para la medición y análisis de las propiedades físicas del suelo.

**Hipótesis específica 3 – Motivación de los estudiantes****H0:**

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio no incrementa la motivación de los estudiantes hacia el estudio de las propiedades físicas del suelo.

**H1:**

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio incrementa la motivación de los estudiantes hacia el estudio de las propiedades físicas del suelo.

## **Capítulo 2. Marco teórico**

## **2.1 Fundamentación pedagógica del aprendizaje en educación superior**

La educación superior constituye un espacio estratégico para la formación profesional, la generación de conocimiento y el desarrollo de competencias orientadas a responder a las necesidades sociales, científicas y tecnológicas contemporáneas. En este nivel, el proceso de enseñanza-aprendizaje trasciende la simple transmisión de información, al requerir la construcción activa del conocimiento y el desarrollo de habilidades cognitivas, técnicas y actitudinales.

Diversos autores coinciden en que el aprendizaje universitario debe orientarse hacia un enfoque centrado en el estudiante, en el cual este asuma un papel activo en su propio proceso formativo. Por consiguiente, el aprendizaje en educación superior se concibe como un proceso dinámico en el que los estudiantes construyen significado a partir de la interacción entre nuevos conocimientos, experiencias previas y contextos de aplicación (Biggs & Tang, 2011). Estos autores plantean que la calidad del aprendizaje universitario depende en gran medida de cómo se diseñan las actividades de enseñanza, las cuales deben estar alineadas con los objetivos de aprendizaje y los métodos de evaluación para promover una comprensión profunda del contenido.

En las últimas décadas, la educación superior ha experimentado una transición desde modelos tradicionales centrados en la enseñanza hacia modelos centrados en el aprendizaje. En los enfoques tradicionales, el docente desempeñaba principalmente el rol de transmisor de conocimientos, mientras que el estudiante asumía una posición relativamente pasiva dentro del proceso educativo. Sin embargo, los enfoques pedagógicos contemporáneos promueven la participación

activa del estudiante mediante estrategias didácticas que fomentan la reflexión, el pensamiento crítico y la aplicación del conocimiento en contextos reales (Bransford, Brown & Cocking, 2000).

Uno de los fundamentos teóricos más influyentes en esta transformación educativa se encuentra en las ideas del pedagogo John Dewey, quien planteó que el aprendizaje se fortalece cuando los estudiantes participan en experiencias significativas que les permiten relacionar la teoría con la práctica. Dewey (1938) argumentó que la educación debe basarse en la experiencia y en la interacción del estudiante con su entorno, destacando que la calidad de las experiencias educativas es un factor determinante en el desarrollo del aprendizaje.

Por otra parte, la educación superior contemporánea reconoce la importancia de diseñar ambientes de aprendizaje que promuevan la participación activa de los estudiantes y faciliten la construcción significativa del conocimiento. La investigación educativa ha demostrado que las metodologías de aprendizaje activo pueden mejorar significativamente el desempeño académico, la retención de conocimientos y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza (Prince, 2004; Freeman et al., 2014).

Particularmente en áreas científicas y técnicas, como las ciencias agropecuarias, la integración entre teoría y práctica resulta esencial para la comprensión de fenómenos naturales complejos. La enseñanza de disciplinas como la edafología requiere que los estudiantes no solo comprendan conceptos teóricos, sino que también desarrollen habilidades para observar, medir, analizar e interpretar fenómenos relacionados con el suelo y los sistemas productivos.

Por esta razón, las prácticas de laboratorio constituyen un componente fundamental dentro del proceso de formación en educación superior, ya que permiten a los estudiantes experimentar directamente con los objetos de estudio, aplicar procedimientos técnicos y relacionar los conceptos teóricos con evidencias empíricas. Este tipo de experiencias favorece el desarrollo del pensamiento científico, la capacidad de análisis y la comprensión profunda de los contenidos.

En consecuencia, la fundamentación pedagógica del aprendizaje en educación superior destaca la necesidad de implementar estrategias didácticas que promuevan la participación activa del estudiante y la integración entre teoría y práctica. Estas estrategias contribuyen a mejorar la calidad del aprendizaje, favorecen el desarrollo de competencias profesionales y fortalecen la capacidad de los estudiantes para aplicar el conocimiento adquirido en contextos reales.

En el caso de la enseñanza de la Edafología General, este enfoque pedagógico adquiere especial relevancia, debido a que muchas de las propiedades físicas del suelo pueden resultar abstractas cuando se explican únicamente desde una perspectiva teórica. Por ello, la incorporación de estrategias didácticas basadas en la experimentación, como las prácticas de laboratorio, representa una alternativa pedagógica que puede fortalecer significativamente la comprensión conceptual de los estudiantes y favorecer un aprendizaje más significativo.

## **2.2 Teorías del aprendizaje aplicadas a la enseñanza de ciencias**

La enseñanza de las ciencias en educación superior se fundamenta en diversas teorías del aprendizaje que explican cómo los estudiantes adquieren, procesan y aplican el conocimiento científico. Estas teorías permiten comprender que aprender

no consiste únicamente en acumular información, sino en construir significados aplicables a situaciones reales.

En el ámbito de la educación científica, diferentes enfoques pedagógicos han contribuido a mejorar las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes universitarios. Entre estos enfoques destacan el constructivismo, el aprendizaje significativo y el aprendizaje experiencial, los cuales coinciden en reconocer que el estudiante debe desempeñar un papel activo en su propio proceso de aprendizaje. Estas perspectivas han sido ampliamente utilizadas en la enseñanza de disciplinas científicas, ya que promueven la comprensión conceptual profunda, el pensamiento crítico y la aplicación del conocimiento en contextos reales (Bransford, Brown & Cocking, 2000).

Uno de los principales desafíos en la enseñanza de las ciencias radica en la naturaleza abstracta de muchos de sus conceptos, lo que puede dificultar su comprensión cuando se presentan únicamente de manera teórica. En este sentido, la investigación educativa ha demostrado que los estudiantes aprenden con mayor eficacia cuando participan en actividades que les permiten explorar, experimentar y reflexionar sobre los fenómenos estudiados. De acuerdo con Prince (2004), las metodologías basadas en aprendizaje activo favorecen una mayor comprensión conceptual y un mayor nivel de participación de los estudiantes en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza.

Estudios recientes han demostrado que las estrategias pedagógicas que promueven la participación activa de los estudiantes mejoran significativamente su rendimiento académico en disciplinas científicas y tecnológicas. Una revisión de más de

doscientas investigaciones en el ámbito de la educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas evidenció que los estudiantes que participan en metodologías de aprendizaje activo presentan mejores resultados académicos y menores tasas de fracaso en comparación con aquellos que reciben enseñanza exclusivamente tradicional (Freeman et al., 2014).

En el contexto de la enseñanza de las ciencias agropecuarias y ambientales, estas teorías del aprendizaje adquieren una relevancia particular debido al carácter interdisciplinario y aplicado de estas disciplinas. La comprensión de fenómenos relacionados con el suelo, el agua, la vegetación y los sistemas productivos requiere no solo del dominio conceptual de principios científicos, sino también de la capacidad para observar, experimentar, analizar datos e interpretar resultados en contextos reales.

Por esta razón, la enseñanza de disciplinas como la edafología se beneficia significativamente de enfoques pedagógicos que integren la teoría con la práctica, permitiendo a los estudiantes relacionar los conceptos científicos con situaciones concretas. Las prácticas de laboratorio, las actividades experimentales y el análisis de muestras de suelo constituyen herramientas didácticas que facilitan este proceso de aprendizaje al proporcionar experiencias directas que fortalecen la comprensión de los contenidos.

Las teorías del aprendizaje constructivista, el aprendizaje significativo y el aprendizaje experiencial ofrecen marcos conceptuales sólidos para el diseño de estrategias didácticas orientadas a mejorar la enseñanza de las ciencias en educación superior. Estas teorías destacan la importancia de considerar los

conocimientos previos del estudiante, promover la participación activa en el proceso educativo y facilitar la construcción de conocimiento a partir de la experiencia y la reflexión.

### **2.2.1 Constructivismo**

El constructivismo es uno de los enfoques pedagógicos de mayor influencia en la educación contemporánea, particularmente en la enseñanza de las ciencias. Este enfoque sostiene que el aprendizaje no es un proceso pasivo de recepción de información, sino una construcción activa del conocimiento por parte del estudiante, quien interpreta y reorganiza la información a partir de sus conocimientos previos y su interacción con el entorno.

Desde esta perspectiva, el conocimiento no se transmite de manera directa del docente al estudiante, sino que se construye mediante procesos internos de asimilación y acomodación, conceptos fundamentales en la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget. Piaget (1970) plantea que el aprendizaje ocurre cuando el individuo logra equilibrar sus estructuras cognitivas a través de la interacción con nuevas experiencias, lo que permite la reorganización progresiva del conocimiento.

Por su parte, el enfoque sociocultural del aprendizaje, desarrollado por **Lev Vygotsky**, complementa la visión constructivista al destacar el papel del contexto social en la construcción del conocimiento. Vygotsky (1978) introduce el concepto de *zona de desarrollo próximo*, definido como la distancia entre lo que el estudiante puede hacer de manera independiente y lo que puede lograr con la guía de un docente o mediante la interacción con otros compañeros. Este planteamiento resalta la importancia de la mediación pedagógica y del aprendizaje colaborativo en el

proceso educativo.

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, el constructivismo ha tenido una influencia significativa en el diseño de estrategias didácticas orientadas a promover la comprensión conceptual. Según Driver, Asoko, Leach, Mortimer y Scott (1994), los estudiantes llegan al aula con ideas previas sobre los fenómenos científicos, las cuales influyen directamente en la forma en que interpretan los nuevos contenidos. Por ello, el proceso de enseñanza debe partir del diagnóstico de estos conocimientos previos y promover su transformación mediante experiencias de aprendizaje que generen conflicto cognitivo y reflexión.

Además, el enfoque constructivista enfatiza la importancia de involucrar activamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje mediante actividades que fomenten la exploración, la experimentación y la discusión. Por consiguiente, las metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo y las prácticas de laboratorio, se alinean con los principios constructivistas al permitir que los estudiantes construyan conocimiento a partir de la experiencia y la interacción con su entorno.

En disciplinas científicas como la edafología, donde muchos de los conceptos pueden resultar abstractos, el constructivismo ofrece un marco pedagógico adecuado para facilitar la comprensión. La posibilidad de observar directamente las propiedades del suelo, realizar mediciones y analizar resultados permite a los estudiantes construir representaciones más concretas de los fenómenos estudiados, favoreciendo una comprensión más profunda y significativa.

Las prácticas de laboratorio adquieren un valor pedagógico fundamental, ya que

permiten al estudiante contrastar sus ideas previas con la evidencia empírica, generando procesos de reflexión y reconstrucción del conocimiento. Este proceso fortalece el pensamiento científico al promover la formulación de hipótesis, la experimentación y la interpretación crítica de resultados.

En consecuencia, el constructivismo proporciona una base teórica sólida para el diseño de estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias, especialmente en educación superior. Su enfoque centrado en el estudiante, en la construcción activa del conocimiento y en la importancia de la experiencia y la interacción social lo convierte en un referente fundamental para la implementación de metodologías que integren la teoría y la práctica, como el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio.

### **2.2.2 Aprendizaje significativo (Ausubel)**

El aprendizaje significativo constituye uno de los enfoques teóricos más relevantes en el ámbito de la educación, especialmente en la enseñanza de las ciencias, debido a su énfasis en la comprensión profunda de los contenidos y en la integración de nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previas. Este enfoque fue desarrollado por David Ausubel, quien plantea que el principal factor que influye en el aprendizaje es el conocimiento previo del estudiante, por lo que resulta fundamental identificar y considerar los conocimientos previos en el proceso de enseñanza (Ausubel, 1968).

Según Ausubel, el aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información se relaciona de manera sustantiva y no arbitraria con los conocimientos previos del estudiante, permitiendo la construcción de significados coherentes y duraderos. A

diferencia del aprendizaje memorístico, en el cual los contenidos se adquieren de forma mecánica y sin comprensión profunda, el aprendizaje significativo implica una reorganización cognitiva que facilita la retención a largo plazo y la aplicación del conocimiento en diferentes contextos.

Este enfoque resalta la importancia de la estructura cognitiva del estudiante, entendida como el conjunto de conceptos, ideas y conocimientos previamente adquiridos, los cuales actúan como base para la incorporación de nuevos contenidos. En este sentido, Ausubel (2002) señala que la enseñanza debe diseñarse de manera que favorezca la conexión entre los conocimientos nuevos y los existentes, utilizando estrategias que faciliten la comprensión conceptual y eviten la simple memorización.

En el ámbito de la educación científica, el aprendizaje significativo adquiere especial relevancia debido a la complejidad conceptual de muchas disciplinas. La comprensión de conceptos científicos, como los relacionados con las propiedades físicas del suelo, requiere que los estudiantes sean capaces de establecer relaciones entre diferentes variables, interpretar fenómenos y aplicar conocimientos en contextos prácticos. Por consiguiente, la enseñanza debe promover la integración entre teoría y práctica para facilitar la construcción de significados.

De acuerdo con Novak (1998), quien amplió la teoría de Ausubel, el aprendizaje significativo no solo implica la comprensión de conceptos, sino también el desarrollo de habilidades para organizar, relacionar y aplicar el conocimiento. Novak destaca la importancia de herramientas como los mapas conceptuales, los cuales permiten visualizar las relaciones entre conceptos y favorecen una comprensión más

estructurada del contenido.

Investigaciones en educación en ciencias han demostrado que el aprendizaje significativo se fortalece cuando los estudiantes participan en actividades que les permiten aplicar los conocimientos en situaciones reales o simuladas. De manera complementaria, las prácticas de laboratorio constituyen una estrategia didáctica que favorece la comprensión de conceptos abstractos al permitir su observación y experimentación directa.

En el caso de la enseñanza de la edafología, el aprendizaje significativo resulta fundamental, ya que muchos de los conceptos relacionados con las propiedades físicas del suelo, como textura, densidad aparente y porosidad, pueden resultar difíciles de comprender si se abordan únicamente desde una perspectiva teórica. La posibilidad de manipular muestras de suelo, realizar mediciones y analizar resultados permite a los estudiantes relacionar los conceptos teóricos con experiencias concretas, facilitando la construcción de significados.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio se alinea con los principios del aprendizaje significativo, ya que proporciona experiencias que permiten integrar la teoría con la práctica y fortalecer la comprensión conceptual. Esta integración favorece no solo la retención del conocimiento, sino también su aplicación en contextos profesionales, lo cual es fundamental en la formación de estudiantes de ciencias agropecuarias.

En consecuencia, la teoría del aprendizaje significativo proporciona un marco conceptual sólido para fundamentar la implementación de estrategias didácticas orientadas a mejorar la comprensión de las propiedades físicas del suelo en

educación superior. Su énfasis en la relación entre conocimientos previos y nuevos contenidos, así como en la construcción activa de significados, lo convierte en un referente clave para el diseño de procesos de enseñanza-aprendizaje más efectivos.

### **2.2.3 Aprendizaje experiencial (Kolb)**

El aprendizaje experiencial representa un enfoque pedagógico ampliamente valorado en la educación contemporánea. Este enfoque fue desarrollado por David Kolb, quien plantea que el aprendizaje es un proceso mediante el cual el conocimiento se crea a través de la transformación de la experiencia (Kolb, 1984).

Según Kolb, el aprendizaje se desarrolla mediante un ciclo continuo de experiencia, reflexión, conceptualización y aplicación. En la primera fase, el estudiante se involucra en una experiencia directa; posteriormente, reflexiona sobre dicha experiencia; luego, construye conceptos o generalizaciones; y finalmente, aplica el conocimiento en nuevas situaciones. Este ciclo permite una comprensión profunda y progresiva del conocimiento, integrando teoría y práctica.

El enfoque del aprendizaje experiencial resulta especialmente relevante en el contexto de la educación superior, donde se busca formar profesionales capaces de aplicar conocimientos en situaciones reales. A nivel aplicado, las metodologías basadas en la experiencia, como las prácticas de laboratorio, el trabajo de campo y los estudios de caso, permiten a los estudiantes desarrollar competencias prácticas, pensamiento crítico y habilidades para la resolución de problemas.

Diversos estudios han demostrado que el aprendizaje basado en la experiencia favorece una mayor retención del conocimiento y una mejor comprensión conceptual en comparación con los métodos tradicionales. De acuerdo con Kolb y Kolb (2005), el aprendizaje experiencial promueve un proceso educativo más efectivo al involucrar al estudiante de manera activa en la construcción del conocimiento, lo que facilita la integración entre la teoría y la práctica.

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, el aprendizaje experiencial adquiere una importancia particular debido a la naturaleza experimental de estas disciplinas. La comprensión de fenómenos científicos requiere que los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos, sino que también desarrollen habilidades para observar, experimentar, analizar datos e interpretar resultados. En este sentido, las prácticas de laboratorio constituyen una aplicación directa del aprendizaje experiencial, ya que permiten a los estudiantes interactuar con los fenómenos estudiados y construir conocimiento a partir de la experiencia.

De igual modo, investigaciones en educación científica han evidenciado que las actividades experimentales favorecen el desarrollo del pensamiento científico, al promover la formulación de hipótesis, la experimentación y la interpretación de resultados (Hofstein & Lunetta, 2004). Estas habilidades son fundamentales en la formación de especialistas en áreas científicas y técnicas, como las ciencias agropecuarias.

En el caso de la enseñanza de la edafología, el aprendizaje experiencial resulta especialmente pertinente, ya que muchas de las propiedades físicas del suelo, como la textura, la densidad aparente y la porosidad, pueden resultar abstractas cuando se

abordan únicamente desde una perspectiva teórica. La posibilidad de manipular muestras de suelo, realizar mediciones y observar directamente sus características permite a los estudiantes construir una comprensión más concreta y significativa de estos conceptos.

De manera complementaria, el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio se alinea directamente con el modelo de Kolb, ya que permite a los estudiantes transitar por las diferentes etapas del ciclo de aprendizaje experiencial. La realización de experimentos (experiencia concreta), el análisis de resultados (observación reflexiva), la comprensión de los conceptos teóricos (conceptualización abstracta) y la aplicación de los conocimientos en nuevas situaciones (experimentación activa) constituyen un proceso integral que favorece el aprendizaje significativo.

En consecuencia, el aprendizaje experiencial proporciona una base teórica sólida para justificar el uso de prácticas de laboratorio como estrategia didáctica en la enseñanza de la edafología. Su enfoque centrado en la experiencia y en la integración entre teoría y práctica contribuye a mejorar la comprensión de los contenidos, el desarrollo de habilidades prácticas y la formación de competencias profesionales en los estudiantes de educación superior.

### **2.3 Didáctica de las ciencias en educación superior**

La didáctica de las ciencias en educación superior se ocupa del estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje en disciplinas científicas, considerando las particularidades epistemológicas, metodológicas y cognitivas propias de estas áreas del conocimiento. Su propósito principal consiste en diseñar estrategias pedagógicas orientadas a facilitar la comprensión científica y la aplicación del conocimiento.

En el contexto universitario, la enseñanza de las ciencias presenta desafíos significativos, debido a la complejidad conceptual de los contenidos, el carácter abstracto de muchos fenómenos y la necesidad de integrar conocimientos provenientes de diferentes disciplinas. Según **Gil-Pérez et al. (2002)**, la didáctica de las ciencias debe orientarse hacia la superación de modelos tradicionales de enseñanza basados en la transmisión de información, promoviendo en su lugar enfoques que favorezcan la construcción activa del conocimiento y la comprensión significativa de los contenidos.

Tradicionalmente, la enseñanza de las ciencias ha estado dominada por metodologías expositivas centradas en el docente, en las cuales el estudiante asume un rol pasivo. Sin embargo, investigaciones en educación científica han demostrado que este enfoque limita el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, tales como el análisis, la interpretación y la resolución de problemas (Bransford, Brown & Cocking, 2000). En respuesta a estas limitaciones, han surgido enfoques didácticos que promueven la participación activa del estudiante y la integración entre teoría y práctica.

Uno de los principios fundamentales de la didáctica de las ciencias es la necesidad de considerar las ideas previas de los estudiantes, ya que estas influyen en la forma en que interpretan los nuevos contenidos. De acuerdo con **Driver et al. (1994)**, los estudiantes construyen su propio conocimiento a partir de sus experiencias y concepciones previas, por lo que el proceso de enseñanza debe diseñarse de manera que facilite la reconstrucción conceptual y la superación de ideas erróneas.

La didáctica de las ciencias enfatiza la importancia del aprendizaje activo, en el cual los estudiantes participan de manera directa en actividades que implican la exploración, la experimentación y la reflexión. Por consiguiente, estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo y las prácticas de laboratorio han demostrado ser efectivas para mejorar la comprensión de los contenidos científicos (Freeman et al., 2014).

En el ámbito de la educación superior, estas estrategias adquieren una relevancia particular, ya que los estudiantes deben desarrollar no solo conocimientos teóricos, sino también competencias profesionales que les permitan aplicar dichos conocimientos en su campo de acción. En disciplinas como las ciencias agropecuarias, esto implica la capacidad de analizar sistemas complejos, interpretar datos y tomar decisiones fundamentadas en evidencia científica.

En este mismo contexto, la didáctica de las ciencias promueve la integración entre teoría y práctica como elemento esencial del proceso de enseñanza-aprendizaje. Las actividades experimentales, como las prácticas de laboratorio, permiten a los estudiantes observar fenómenos, realizar mediciones y analizar resultados, lo que favorece la comprensión de conceptos que, de otro modo, podrían resultar abstractos o difíciles de asimilar.

De acuerdo con **Hofstein y Lunetta (2004)**, el trabajo experimental en laboratorio constituye un componente fundamental en la enseñanza de las ciencias, ya que contribuye al desarrollo del pensamiento científico, la comprensión de conceptos y la motivación de los estudiantes. Estos autores destacan que las prácticas de

laboratorio no solo deben centrarse en la ejecución de procedimientos, sino también en la reflexión, el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos.

En el caso de la enseñanza de la edafología, la didáctica de las ciencias adquiere una importancia particular debido a la naturaleza interdisciplinaria del estudio del suelo. La comprensión de sus propiedades físicas requiere la integración de conocimientos de física, química y biología, así como la capacidad de interpretar fenómenos relacionados con el agua, el aire y la estructura del suelo.

Por esta razón, la implementación de estrategias didácticas basadas en la experimentación resulta fundamental para facilitar el aprendizaje. Las prácticas de laboratorio permiten a los estudiantes interactuar directamente con muestras de suelo, observar sus características y comprender su comportamiento en función de diferentes variables, lo que favorece una comprensión más profunda y significativa de los contenidos.

En consecuencia, la didáctica de las ciencias en educación superior debe orientarse hacia la implementación de metodologías activas que promuevan la participación del estudiante, la integración entre teoría y práctica y el desarrollo de competencias científicas. Este enfoque resulta esencial para mejorar la calidad del aprendizaje y para formar profesionales capaces de aplicar el conocimiento científico de manera efectiva en su campo de acción.

### **2.3.1 Enseñanza tradicional vs enseñanza activa**

En la educación superior, la enseñanza de las ciencias ha estado tradicionalmente influenciada por modelos centrados en el docente. En este enfoque, el estudiante

asume un rol pasivo dentro del proceso educativo, asumiendo un rol predominantemente receptivo.

Este modelo tradicional de enseñanza presenta limitaciones significativas, especialmente en disciplinas científicas, donde la comprensión de conceptos complejos requiere no solo del conocimiento teórico, sino también de la capacidad de analizar, interpretar y aplicar la información en contextos reales. De acuerdo con Bransford, Brown y Cocking (2000), los entornos de aprendizaje centrados únicamente en la transmisión de contenidos no favorecen el desarrollo de estructuras cognitivas profundas ni el pensamiento crítico, lo que limita la calidad del aprendizaje. Estudios en educación científica han evidenciado que la enseñanza tradicional puede generar dificultades en la comprensión conceptual, ya que los estudiantes tienden a memorizar definiciones sin lograr establecer relaciones significativas entre los conceptos. Esta situación es especialmente evidente en áreas como la edafología, donde muchos de los contenidos presentan un alto nivel de abstracción cuando se abordan exclusivamente desde una perspectiva teórica.

En contraste, la enseñanza activa se presenta como un enfoque pedagógico centrado en el estudiante, que promueve su participación directa en el proceso de aprendizaje mediante actividades que implican análisis, reflexión, discusión y aplicación del conocimiento. Según Prince (2004), el aprendizaje activo se define como cualquier método de enseñanza que involucra a los estudiantes en el proceso de aprendizaje más allá de la escucha pasiva, fomentando su participación cognitiva y su compromiso con los contenidos.

Las metodologías activas incluyen estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo, el estudio de casos y las prácticas experimentales, las cuales permiten a los estudiantes interactuar con el conocimiento de manera significativa. Estas estrategias han demostrado ser más efectivas que los métodos tradicionales en términos de comprensión conceptual, retención del conocimiento y desarrollo de habilidades cognitivas superiores.

En este sentido, investigaciones recientes han demostrado que la implementación de metodologías activas en la enseñanza de las ciencias mejora significativamente el rendimiento académico de los estudiantes. Un metaanálisis realizado por **Freeman et al. (2014)** evidenció que los estudiantes que participan en entornos de aprendizaje activo obtienen mejores resultados académicos y presentan menores tasas de reprobación en comparación con aquellos que reciben enseñanza tradicional.

Desde la perspectiva pedagógica, la enseñanza activa se fundamenta en teorías del aprendizaje como el constructivismo, el aprendizaje significativo y el aprendizaje experiencial, las cuales coinciden en la importancia de la participación activa del estudiante en la construcción del conocimiento. Estas teorías respaldan la necesidad de diseñar estrategias didácticas que promuevan la interacción, la experimentación y la reflexión como elementos clave del proceso de aprendizaje.

En el contexto de la enseñanza de la edafología, la transición de un enfoque tradicional a uno activo resulta especialmente relevante. La comprensión de las propiedades físicas del suelo, como la textura, la densidad aparente y la porosidad, requiere que los estudiantes puedan observar, medir y analizar estos fenómenos en

contextos reales. La enseñanza exclusivamente teórica limita esta comprensión y dificulta la aplicación del conocimiento.

Por consiguiente, las prácticas de laboratorio representan una estrategia didáctica alineada con el enfoque de enseñanza activa, ya que permiten a los estudiantes participar directamente en el proceso de aprendizaje. A través de la experimentación, los estudiantes pueden relacionar los conceptos teóricos con evidencias empíricas, lo que favorece la comprensión significativa y el desarrollo de habilidades prácticas.

En consecuencia, la comparación entre la enseñanza tradicional y la enseñanza activa evidencia la necesidad de transformar los modelos pedagógicos en educación superior, especialmente en la enseñanza de las ciencias. La implementación de metodologías activas no solo mejora la calidad del aprendizaje, sino que también contribuye al desarrollo de competencias profesionales y al fortalecimiento del pensamiento crítico en los estudiantes.

### **2.3.2 Rol del laboratorio en ciencias**

El laboratorio constituye uno de los espacios formativos más relevantes en la enseñanza de las ciencias, especialmente en educación superior, debido a su potencial para integrar la teoría con la práctica y facilitar la comprensión de fenómenos científicos complejos. A través de las actividades experimentales, los estudiantes tienen la oportunidad de observar, manipular y analizar directamente los objetos de estudio, lo que favorece la construcción activa del conocimiento.

En el ámbito de la educación científica, el laboratorio no debe entenderse únicamente como un espacio físico destinado a la ejecución de procedimientos técnicos, sino como un entorno de aprendizaje en el que se promueve el desarrollo

de habilidades cognitivas, prácticas y actitudinales. Según **Hofstein y Lunetta (2004)**, el trabajo experimental en laboratorio desempeña un papel fundamental en la enseñanza de las ciencias, ya que contribuye a la comprensión de conceptos, al desarrollo del pensamiento científico y al incremento de la motivación de los estudiantes.

Uno de los principales aportes del laboratorio en el proceso educativo es su capacidad para facilitar la comprensión de conceptos abstractos. En muchas disciplinas científicas, los contenidos teóricos pueden resultar difíciles de asimilar cuando se presentan de manera aislada, sin una referencia concreta. A nivel aplicado, las prácticas de laboratorio permiten a los estudiantes relacionar los conceptos teóricos con experiencias reales, lo que favorece un aprendizaje más significativo y duradero.

Además, el laboratorio promueve el desarrollo de habilidades propias del método científico, tales como la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación, el análisis de datos y la interpretación de resultados. Estas competencias son esenciales en la formación de futuros expertos en áreas científicas y técnicas, ya que les permiten abordar problemas de manera sistemática y fundamentada en evidencia. De acuerdo con **Abrahams y Millar (2008)**, la efectividad del laboratorio en la enseñanza de las ciencias depende en gran medida de su integración con los contenidos teóricos y de la orientación pedagógica con la que se diseñan las actividades experimentales. Los autores señalan que las prácticas de laboratorio deben ir más allá de la simple ejecución de procedimientos, incorporando espacios

de reflexión y análisis que permitan a los estudiantes comprender el significado de los resultados obtenidos.

A nivel aplicado, el laboratorio se alinea con los enfoques de aprendizaje activo y experiencial, al proporcionar experiencias que permiten a los estudiantes construir conocimiento a partir de la interacción con el entorno. La experimentación directa facilita la conexión entre teoría y práctica, lo que resulta fundamental para la comprensión de fenómenos científicos y para el desarrollo de competencias profesionales.

En el contexto de la enseñanza de la edafología, el laboratorio adquiere una relevancia particular, debido a la naturaleza física y observable del suelo como objeto de estudio. Las propiedades físicas del suelo, como la textura, la densidad aparente, la porosidad y la estructura, pueden ser analizadas mediante procedimientos experimentales que permiten a los estudiantes comprender su comportamiento y su importancia en los sistemas productivos.

La posibilidad de trabajar con muestras reales de suelo, realizar mediciones y analizar resultados permite a los estudiantes desarrollar una comprensión más concreta de los contenidos, superando las limitaciones de la enseñanza exclusivamente teórica. Además, estas actividades favorecen la motivación y el interés por la asignatura, al involucrar al estudiante de manera activa en su proceso de aprendizaje.

Sin embargo, es importante destacar que la efectividad del laboratorio como herramienta didáctica depende de su adecuada planificación e implementación. Cuando las prácticas se desarrollan de manera mecánica, sin una clara articulación

con los contenidos teóricos ni espacios de reflexión, su impacto en el aprendizaje puede ser limitado. Por ello, es fundamental que el laboratorio se integre dentro de una estrategia didáctica coherente, orientada a promover la comprensión conceptual y el desarrollo de habilidades.

En consecuencia, el laboratorio constituye una herramienta pedagógica fundamental en la enseñanza de las ciencias en educación superior. Su capacidad para integrar teoría y práctica, promover el aprendizaje activo y desarrollar competencias científicas lo convierte en un elemento clave para mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en disciplinas como la edafología.

#### **2.4 Enseñanza de la Edafología en educación superior**

La enseñanza de la edafología en educación superior representa un componente esencial en la formación de futuros profesionales de las ciencias agropecuarias, ambientales y forestales, debido a que el suelo representa un recurso esencial para la producción agrícola, la sostenibilidad ambiental y la gestión de los recursos naturales. La edafología no solo aporta conocimientos teóricos sobre la formación, clasificación y propiedades del suelo, sino que también desarrolla competencias necesarias para su manejo, conservación y aprovechamiento sostenible.

No obstante, la enseñanza de esta disciplina presenta desafíos significativos, asociados principalmente a la complejidad conceptual de los contenidos y a su carácter interdisciplinario. El estudio del suelo integra conocimientos provenientes de la física, la química, la biología y las ciencias ambientales, lo que exige que los estudiantes comprendan múltiples procesos y relaciones que no siempre son evidentes cuando se abordan de manera aislada o exclusivamente teórica.

De acuerdo con **Brady y Weil (2016)**, el suelo es un sistema dinámico y complejo cuya comprensión requiere analizar interacciones entre factores físicos, químicos y biológicos. Esta complejidad se traslada al ámbito educativo, donde los estudiantes deben desarrollar la capacidad de interpretar estas interacciones y aplicar los conocimientos en contextos reales relacionados con la producción agrícola y la gestión ambiental.

En la educación superior, la enseñanza de la edafología ha estado tradicionalmente orientada hacia enfoques teóricos, lo que puede generar dificultades en la comprensión de conceptos clave, especialmente aquellos relacionados con las propiedades físicas del suelo. Conceptos como textura, estructura, densidad aparente, porosidad e infiltración requieren no solo de definiciones teóricas, sino también de la comprensión de su comportamiento en condiciones reales.

Investigaciones en educación en ciencias del suelo han señalado que los estudiantes presentan dificultades para comprender estos conceptos cuando no cuentan con experiencias prácticas que les permitan observar y analizar directamente las características del suelo (Amador, 2019). Desde otra perspectiva, la ausencia de metodologías activas limita la capacidad de los estudiantes para relacionar la teoría con la práctica, afectando su desempeño académico y su formación profesional.

La enseñanza de la edafología enfrenta el reto de superar enfoques basados en la memorización de contenidos, los cuales no favorecen la comprensión profunda ni la aplicación del conocimiento. Desde esta perspectiva, se hace necesario implementar estrategias didácticas que promuevan el aprendizaje significativo y el desarrollo de

habilidades prácticas, permitiendo a los estudiantes interactuar con el objeto de estudio de manera directa.

A nivel aplicado, el uso de prácticas de laboratorio y actividades experimentales se presenta como una estrategia fundamental para mejorar la enseñanza de la edafología en educación superior. Estas actividades permiten a los estudiantes trabajar con muestras reales de suelo, realizar mediciones, analizar resultados y comprender el comportamiento de las propiedades físicas en diferentes condiciones. Además, la enseñanza de la edafología debe considerar la relevancia profesional de los contenidos, ya que los estudiantes deben ser capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en contextos relacionados con la producción agrícola, la conservación del suelo y la sostenibilidad ambiental. Esto implica el desarrollo de competencias técnicas y analíticas que solo pueden fortalecerse mediante la integración de la teoría con la práctica.

En el caso de las propiedades físicas del suelo, esta integración resulta particularmente importante, ya que estas determinan aspectos clave como la retención de agua, la aireación, la infiltración y el crecimiento radicular, los cuales influyen directamente en la productividad agrícola y en la sostenibilidad de los sistemas productivos.

En consecuencia, la enseñanza de la edafología en educación superior requiere la implementación de enfoques pedagógicos que superen el modelo tradicional y promuevan la participación activa del estudiante, la experimentación y la aplicación del conocimiento. La incorporación de prácticas de laboratorio como estrategia didáctica permite mejorar la comprensión de los contenidos, desarrollar habilidades

prácticas y fortalecer la formación profesional de los estudiantes en el Área Agropecuaria.

#### **2.4.1 Complejidad interdisciplinaria del estudio del suelo**

El estudio del suelo se caracteriza por su naturaleza interdisciplinaria, lo que representa uno de los principales desafíos pedagógicos. La edafología integra conocimientos provenientes de diversas disciplinas científicas, entre ellas la física, la química, la biología y las ciencias ambientales, lo que exige al estudiante la capacidad de comprender e interpretar múltiples procesos que interactúan de manera simultánea en un sistema natural complejo.

El suelo no debe analizarse como un elemento aislado, sino como un sistema dinámico en el que ocurren procesos físicos, químicos y biológicos de forma interdependiente. Según **Brady y Weil (2016)**, el suelo es un cuerpo natural que resulta de la interacción de factores como el clima, los organismos, el relieve, el material parental y el tiempo, lo que genera una gran diversidad de propiedades y comportamientos. Esta complejidad implica que su estudio requiere un enfoque integral que permita analizar las relaciones entre sus distintos componentes.

Desde la perspectiva educativa, esta interdisciplinariedad representa una dificultad significativa para los estudiantes, especialmente cuando no cuentan con bases sólidas en las ciencias básicas que sustentan la edafología. La comprensión de las propiedades físicas del suelo, por ejemplo, requiere conocimientos de física para entender fenómenos como la densidad, la porosidad y el movimiento del agua; de química para interpretar interacciones entre partículas; y de biología para analizar la influencia de los organismos en la estructura del suelo.

Diversos estudios han señalado que los estudiantes de carreras agropecuarias presentan debilidades en áreas fundamentales como matemática, física y química, lo que limita su capacidad para comprender los procesos edáficos de manera integral. De acuerdo con **Amador (2019)**, la enseñanza de la ciencia del suelo en educación superior enfrenta el reto de abordar contenidos complejos que requieren la integración de múltiples disciplinas, lo que hace necesario el uso de estrategias didácticas que faciliten la comprensión y aplicación del conocimiento.

Además, la naturaleza interdisciplinaria del suelo implica que muchos de los conceptos no pueden ser comprendidos de manera fragmentada. Por ejemplo, la infiltración del agua en el suelo no depende únicamente de un factor, sino de la interacción entre la textura, la estructura, la porosidad y la materia orgánica, lo que exige un análisis sistémico por parte del estudiante. Esta necesidad de integrar múltiples variables puede resultar difícil cuando la enseñanza se presenta de manera aislada o desarticulada.

En este sentido, uno de los principales retos de la enseñanza de la edafología es lograr que los estudiantes desarrollen una visión holística del suelo, que les permita comprender las relaciones entre sus diferentes propiedades y su impacto en los sistemas productivos y ambientales. Sin embargo, cuando los contenidos se abordan desde un enfoque tradicional, centrado en la memorización de definiciones, esta integración conceptual no se logra de manera efectiva.

Por otra parte, la interdisciplinariedad del estudio del suelo también implica la necesidad de desarrollar habilidades analíticas y de pensamiento crítico, ya que los estudiantes deben ser capaces de interpretar datos, analizar resultados y tomar

decisiones basadas en múltiples variables. Estas competencias son fundamentales para el ejercicio profesional en áreas como la agronomía, la ingeniería forestal y la gestión ambiental.

De manera complementaria, la implementación de estrategias didácticas activas, como las prácticas de laboratorio, resulta fundamental para facilitar la comprensión de la complejidad del suelo. A través de la experimentación, los estudiantes pueden observar cómo interactúan las diferentes propiedades del suelo y comprender su comportamiento en condiciones reales, lo que favorece una integración más efectiva de los conocimientos.

En consecuencia, la complejidad interdisciplinaria del estudio del suelo representa un desafío significativo en la enseñanza de la edafología en educación superior. Esta situación justifica la necesidad de implementar estrategias pedagógicas que permitan a los estudiantes integrar conocimientos, desarrollar habilidades prácticas y comprender el suelo como un sistema dinámico, lo cual es fundamental para su formación profesional.

#### **2.4.2 Dificultades de aprendizaje en propiedades físicas del suelo**

La comprensión de las propiedades físicas del suelo representa uno de los principales desafíos en la enseñanza de la edafología en educación superior, debido a la naturaleza abstracta de los conceptos involucrados y a la necesidad de integrar múltiples variables para interpretar su comportamiento. A diferencia de otros contenidos más descriptivos, las propiedades físicas del suelo implican procesos dinámicos que no siempre son evidentes para los estudiantes cuando se abordan únicamente desde una perspectiva teórica.

Conceptos como textura, estructura, densidad aparente, porosidad e infiltración requieren no solo la comprensión de definiciones, sino también la capacidad de interpretar relaciones entre variables físicas y su impacto en fenómenos como el movimiento del agua, la aireación del suelo y el crecimiento radicular. Según **Brady y Weil (2016)**, estas propiedades están interrelacionadas y determinan el funcionamiento del suelo como medio para el desarrollo de las plantas, lo que implica que su estudio debe realizarse de manera integrada.

Uno de los principales problemas en el aprendizaje de estos contenidos es la tendencia de los estudiantes a memorizar definiciones sin lograr una comprensión conceptual profunda. Esta situación suele intensificarse por metodologías de enseñanza tradicionales que priorizan la transmisión de información sobre la construcción activa del conocimiento. Como resultado, los estudiantes pueden reconocer términos como “porosidad” o “densidad aparente”, pero presentan dificultades para explicar su significado, su método de determinación o su aplicación en contextos reales.

De acuerdo con **Amador (2019)**, la enseñanza de la ciencia del suelo enfrenta el reto de hacer comprensibles conceptos que, en muchos casos, no son intuitivos para los estudiantes. El autor señala que la falta de experiencias prácticas limita la capacidad de los estudiantes para relacionar la teoría con la realidad, lo que afecta negativamente la comprensión y la retención del conocimiento.

Del mismo modo, investigaciones en didáctica de las ciencias han demostrado que los estudiantes suelen presentar concepciones erróneas o incompletas sobre fenómenos físicos cuando no tienen la oportunidad de observarlos directamente. En

el caso de las propiedades físicas del suelo, estas dificultades se manifiestan en la incapacidad para interpretar cómo factores como la textura o la estructura influyen en procesos como la infiltración o la retención de agua.

Otro factor que contribuye a las dificultades de aprendizaje es la falta de articulación entre la teoría y la práctica. Cuando las prácticas de laboratorio no están integradas de manera sistemática con los contenidos teóricos, su impacto en el aprendizaje es limitado. Según **Abrahams y Millar (2008)**, el trabajo práctico solo resulta efectivo cuando los estudiantes logran establecer una conexión clara entre las actividades experimentales y los conceptos que se pretende enseñar.

En este sentido, la enseñanza de las propiedades físicas del suelo requiere estrategias didácticas que permitan a los estudiantes interactuar directamente con el objeto de estudio. Las prácticas de laboratorio facilitan la observación, la medición y el análisis de las características del suelo, lo que contribuye a una comprensión más concreta y significativa de los contenidos.

Además, las dificultades de aprendizaje también están relacionadas con la formación previa de los estudiantes. Como se ha señalado anteriormente, muchos estudiantes presentan debilidades en áreas como matemática, física y química, lo que limita su capacidad para comprender procesos relacionados con la medición, el análisis de datos y la interpretación de resultados.

Por otra parte, la falta de motivación hacia la asignatura puede influir en el proceso de aprendizaje. Cuando los estudiantes no perciben la relevancia de los contenidos o no logran comprenderlos, tienden a desmotivarse, lo que afecta su rendimiento

académico. En este contexto, la implementación de estrategias didácticas activas puede contribuir a incrementar el interés y la participación de los estudiantes.

En consecuencia, las dificultades de aprendizaje en las propiedades físicas del suelo están asociadas a múltiples factores, entre los que se destacan la naturaleza abstracta de los conceptos, la falta de integración entre teoría y práctica, las debilidades en conocimientos previos y el uso de metodologías tradicionales de enseñanza. Esta situación justifica la necesidad de implementar estrategias didácticas basadas en la experimentación, que permitan mejorar la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades prácticas y la motivación de los estudiantes.

## **2.5 El laboratorio como estrategia didáctica**

El uso del laboratorio como estrategia didáctica en la educación superior se ha consolidado como una de las estrategias más efectivas para favorecer el aprendizaje en disciplinas científicas. Su importancia radica en la posibilidad de integrar la teoría con la práctica, permitiendo a los estudiantes construir conocimiento a partir de la experiencia directa, la experimentación y el análisis de resultados.

Desde la perspectiva pedagógica, el laboratorio se enmarca dentro de los enfoques de aprendizaje activo y aprendizaje experiencial, los cuales plantean que el conocimiento se construye a través de la interacción del estudiante con el entorno y la reflexión sobre dicha experiencia. En este sentido, las prácticas de laboratorio no solo permiten la aplicación de conceptos teóricos, sino que también promueven el desarrollo de habilidades cognitivas, técnicas y actitudinales.

De acuerdo con **Hofstein y Lunetta (2004)**, el laboratorio constituye un componente esencial en la enseñanza de las ciencias, ya que facilita la comprensión de

conceptos, el desarrollo del pensamiento científico y la motivación de los estudiantes. Estos autores destacan que el valor pedagógico del laboratorio depende de su diseño didáctico, así como de la forma en que se integra con los contenidos teóricos y los objetivos de aprendizaje.

Uno de los principales aportes del laboratorio como estrategia didáctica es su capacidad para transformar el rol del estudiante, transformando al estudiante de receptor pasivo a participante activo en su proceso de aprendizaje. Durante las prácticas experimentales, el estudiante observa, manipula, analiza y toma decisiones, lo que favorece una participación más significativa y un mayor nivel de compromiso con los contenidos.

El laboratorio permite abordar las dificultades de aprendizaje asociadas a la naturaleza abstracta de muchos conceptos científicos. En el caso de la edafología, las propiedades físicas del suelo pueden resultar difíciles de comprender cuando se presentan únicamente de forma teórica. Sin embargo, al trabajar con muestras reales, realizar mediciones y analizar resultados, los estudiantes pueden visualizar y comprender de manera más concreta estos fenómenos.

Según **Abrahams y Millar (2008)**, la efectividad del laboratorio depende de la relación entre lo que los estudiantes hacen en la práctica y lo que aprenden a partir de ella. Los autores señalan que el aprendizaje es más significativo cuando las actividades experimentales están diseñadas para promover la comprensión conceptual, y no solo la ejecución de procedimientos.

A nivel aplicado, el laboratorio debe ser concebido como una estrategia didáctica estructurada, que incluya objetivos claros, actividades orientadas a la resolución de

problemas, espacios de análisis y reflexión, y mecanismos de evaluación que permitan valorar el aprendizaje de los estudiantes. La simple realización de prácticas sin una orientación pedagógica adecuada no garantiza resultados positivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Otro aspecto relevante del laboratorio como estrategia didáctica es su contribución al desarrollo de habilidades prácticas. A través de las actividades experimentales, los estudiantes adquieren destrezas relacionadas con el uso de instrumentos, la recolección de datos, el análisis de resultados y la interpretación de información, competencias fundamentales para su formación profesional.

Además, el laboratorio influye positivamente en la motivación de los estudiantes, ya que introduce un componente dinámico y participativo en el proceso educativo. La posibilidad de experimentar, observar resultados y trabajar de manera activa genera mayor interés por la asignatura y favorece una actitud más positiva hacia el aprendizaje.

En el contexto de la enseñanza de la edafología, el laboratorio adquiere una relevancia particular, debido a la naturaleza tangible del suelo como objeto de estudio. Las prácticas de laboratorio permiten a los estudiantes analizar propiedades físicas como la textura, la densidad aparente, la porosidad y la estructura, facilitando la comprensión de su comportamiento y su importancia en los sistemas productivos.

En consecuencia, el laboratorio se configura como una estrategia didáctica fundamental para mejorar la calidad del aprendizaje en educación superior, especialmente en disciplinas científicas. Su implementación adecuada permite

integrar teoría y práctica, desarrollar competencias profesionales, mejorar la comprensión conceptual y fortalecer la motivación de los estudiantes.

### **2.5.1 Beneficios pedagógicos del trabajo experimental**

El trabajo experimental representa uno de los pilares fundamentales en la enseñanza de las ciencias, debido a su capacidad para favorecer un aprendizaje más profundo, significativo y contextualizado. En el ámbito de la educación superior, las prácticas de laboratorio no solo permiten la aplicación de conocimientos teóricos, sino que también favorecen el desarrollo integral de competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en los estudiantes.

Uno de los principales beneficios del trabajo experimental es su contribución a la **comprensión conceptual**. A través de la experimentación, los estudiantes pueden observar directamente fenómenos científicos, lo que facilita la interpretación de conceptos que, de otro modo, podrían resultar abstractos o difíciles de asimilar. Según **Hofstein y Lunetta (2004)**, las actividades de laboratorio permiten a los estudiantes construir significados a partir de la experiencia, favoreciendo una comprensión más profunda de los contenidos científicos.

El trabajo experimental promueve el desarrollo del pensamiento científico, ya que involucra procesos como la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación, el análisis de datos y la interpretación de resultados. Estas habilidades son esenciales en la formación de profesionales en áreas científicas, ya que les permiten abordar problemas de manera sistemática y fundamentada en evidencia.

Otro beneficio relevante es el fortalecimiento de las habilidades prácticas. Durante las prácticas de laboratorio, los estudiantes adquieren destrezas relacionadas con el manejo de instrumentos, la aplicación de técnicas de medición y el procesamiento de datos. Estas competencias son fundamentales en disciplinas como la edafología, donde el análisis del suelo requiere procedimientos técnicos específicos.

De acuerdo con **Abrahams y Millar (2008)**, el trabajo experimental también favorece la conexión entre teoría y práctica, permitiendo a los estudiantes comprender cómo los conceptos científicos se aplican en situaciones reales. Esta integración resulta clave para el aprendizaje significativo, ya que facilita la transferencia del conocimiento a contextos profesionales.

Además, el laboratorio contribuye al incremento de la motivación académica. Las actividades experimentales suelen generar mayor interés y participación por parte de los estudiantes, al involucrarlos activamente en el proceso de aprendizaje. Según **Freeman et al. (2014)**, las metodologías activas, incluyendo el trabajo experimental, no solo mejoran el rendimiento académico, sino que también reducen las tasas de deserción y aumentan el compromiso de los estudiantes.

El trabajo experimental también favorece el desarrollo de habilidades sociales y colaborativas, especialmente cuando las actividades se realizan en grupos. Los estudiantes deben comunicarse, compartir ideas, discutir resultados y tomar decisiones de manera conjunta, lo que fortalece competencias como el trabajo en equipo y la comunicación efectiva.

En el contexto específico de la edafología, los beneficios del trabajo experimental adquieren una relevancia particular. Las propiedades físicas del suelo, como la

textura, la densidad aparente y la porosidad, pueden ser comprendidas de manera más efectiva cuando los estudiantes tienen la oportunidad de analizarlas directamente en laboratorio. Esta experiencia facilita la interpretación de los fenómenos edáficos y su aplicación en contextos agrícolas y ambientales.

No obstante, es importante señalar que los beneficios del trabajo experimental dependen de su adecuada implementación. Cuando las prácticas de laboratorio se limitan a la ejecución mecánica de procedimientos, sin promover la reflexión y el análisis, su impacto en el aprendizaje puede ser limitado. Por ello, es fundamental que estas actividades se diseñen con un enfoque pedagógico que priorice la comprensión conceptual y el desarrollo de habilidades.

En consecuencia, el trabajo experimental constituye una herramienta didáctica de gran valor en la enseñanza de las ciencias, ya que contribuye a mejorar la comprensión de los contenidos, desarrollar habilidades prácticas, fomentar el pensamiento científico y aumentar la motivación de los estudiantes. Su integración adecuada en el proceso de enseñanza-aprendizaje resulta clave para lograr una formación más completa y significativa en educación superior.

### **2.5.2 Integración teoría-práctica**

La integración entre la teoría y la práctica representa uno de los principios fundamentales en la enseñanza de las ciencias en educación superior, especialmente en disciplinas aplicadas como la edafología. Esta integración permite que los estudiantes no solo adquieran conocimientos conceptuales, sino que también desarrollen la capacidad de aplicarlos en contextos reales, favoreciendo un aprendizaje más significativo y funcional.

En los enfoques tradicionales de enseñanza, la teoría y la práctica suelen presentarse de manera separada, lo que genera una fragmentación del conocimiento. Los estudiantes pueden aprender definiciones y conceptos en el aula, pero presentan dificultades para aplicarlos en situaciones prácticas. Esta desconexión limita la comprensión profunda de los contenidos y reduce la capacidad de transferencia del conocimiento.

Según **Biggs y Tang (2011)**, el aprendizaje en educación superior es más efectivo cuando existe una alineación constructiva entre los objetivos de aprendizaje, las actividades de enseñanza y los métodos de evaluación. Desde esta perspectiva, la integración teoría–práctica implica diseñar experiencias de aprendizaje en las que las actividades prácticas estén directamente vinculadas con los contenidos teóricos y orientadas al logro de los objetivos educativos.

De igual modo, el aprendizaje significativo, propuesto por **Ausubel (2002)**, se favorece cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera coherente con la estructura cognitiva del estudiante. Las actividades prácticas permiten establecer estas conexiones, ya que facilitan la comprensión de conceptos a partir de experiencias concretas, lo que contribuye a una mayor retención y comprensión del conocimiento.

En el ámbito de la educación científica, diversos estudios han demostrado que la integración efectiva entre teoría y práctica mejora la comprensión conceptual y el rendimiento académico de los estudiantes. De acuerdo con **Abrahams y Millar (2008)**, el trabajo experimental resulta más efectivo cuando los estudiantes logran

establecer una relación clara entre las actividades que realizan en el laboratorio y los conceptos teóricos que se pretende enseñar.

Por lo anterior, las prácticas de laboratorio no deben concebirse como actividades aisladas o complementarias, sino como parte integral del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para lograr una integración efectiva, es necesario que las actividades experimentales estén diseñadas en función de los contenidos teóricos, que se desarrollen en momentos adecuados dentro del proceso educativo y que incluyan espacios de análisis y reflexión.

En el contexto de la enseñanza de la edafología, la integración teoría-práctica resulta fundamental para la comprensión de las propiedades físicas del suelo. Conceptos como textura, estructura, densidad aparente y porosidad requieren ser observados y analizados en situaciones reales para poder ser comprendidos de manera significativa. La experimentación permite a los estudiantes visualizar estos fenómenos y relacionarlos con los contenidos teóricos abordados en el aula.

Sin embargo, cuando esta integración no se realiza de manera adecuada, las prácticas de laboratorio pueden perder su valor pedagógico. Si las actividades se desarrollan sin una clara relación con la teoría, o si no se promueve la reflexión sobre los resultados obtenidos, los estudiantes pueden percibirlas como actividades mecánicas sin un propósito claro, lo que limita su impacto en el aprendizaje.

Por otra parte, la integración teoría-práctica también favorece el desarrollo de competencias profesionales, ya que permite a los estudiantes aplicar el conocimiento en contextos similares a los que enfrentarán en su ejercicio laboral. En disciplinas como las ciencias agropecuarias, esta capacidad es esencial para la toma de

decisiones relacionadas con el manejo del suelo, la producción agrícola y la sostenibilidad ambiental.

En consecuencia, la integración entre teoría y práctica constituye un elemento clave para mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en educación superior. La implementación de prácticas de laboratorio como estrategia didáctica permite fortalecer esta integración, facilitando la comprensión de los contenidos, el desarrollo de habilidades y la aplicación del conocimiento en contextos reales.

### **2.5.3 Evidencia empírica en educación científica**

En las últimas décadas, diversas investigaciones en el ámbito de la educación científica han aportado evidencia empírica que respalda la efectividad de las metodologías activas, particularmente aquellas basadas en la experimentación y el trabajo de laboratorio, para mejorar el aprendizaje en estudiantes de educación superior.

Uno de los estudios más influyentes en este campo es el metaanálisis realizado por **Freeman et al. (2014)**, en el cual se analizaron 225 investigaciones en disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). Los resultados demostraron que los estudiantes que participaron en entornos de aprendizaje activo obtuvieron un rendimiento académico significativamente superior en comparación con aquellos que recibieron enseñanza tradicional. El estudio evidenció una reducción en las tasas de reprobación, lo que refuerza la efectividad de estas metodologías en el proceso educativo.

En el contexto específico del trabajo experimental, **Hofstein y Lunetta (2004)** destacan que las prácticas de laboratorio contribuyen significativamente al desarrollo

de la comprensión conceptual, el pensamiento científico y la motivación de los estudiantes. Sus hallazgos señalan que el laboratorio, cuando es utilizado de manera adecuada, permite a los estudiantes construir conocimiento a partir de la experiencia y la reflexión, lo que favorece un aprendizaje más profundo.

Por su parte, **Abrahams y Millar (2008)** analizaron la efectividad del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias, concluyendo que su impacto positivo en el aprendizaje depende de la relación entre las actividades experimentales y los conceptos teóricos. Los autores enfatizan que las prácticas de laboratorio son más efectivas cuando están diseñadas para promover la comprensión conceptual y no solo la ejecución de procedimientos.

En el ámbito de la enseñanza de la ciencia del suelo, estudios como el de **Amador (2019)** han demostrado que la implementación de metodologías activas, incluyendo el uso de prácticas de laboratorio, mejora la participación de los estudiantes, el desarrollo de habilidades y la comprensión de conceptos edafológicos. El autor destaca que estas estrategias permiten a los estudiantes relacionar los contenidos teóricos con situaciones reales, lo que resulta fundamental para su formación profesional.

Investigaciones en didáctica de las ciencias han evidenciado que los estudiantes que participan en actividades experimentales presentan una mayor capacidad para aplicar el conocimiento en contextos prácticos. De acuerdo con **Prince (2004)**, el aprendizaje activo no solo mejora el rendimiento académico, sino que también favorece la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades cognitivas superiores.

En conjunto, estos estudios proporcionan un respaldo empírico sólido para la implementación de estrategias didácticas basadas en el trabajo experimental en educación superior. La evidencia científica demuestra que estas metodologías no solo mejoran la comprensión de los contenidos, sino que también contribuyen al desarrollo de competencias profesionales, al fortalecimiento del pensamiento crítico y al incremento de la motivación de los estudiantes.

En el contexto de la presente investigación, estos antecedentes empíricos respaldan la pertinencia de evaluar el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para la comprensión de las propiedades físicas del suelo. La evidencia disponible sugiere que la integración de actividades experimentales en la enseñanza de la edafología puede generar mejoras significativas en el aprendizaje de los estudiantes, lo que justifica la necesidad de analizar su impacto en un contexto específico como el de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.

En consecuencia, la literatura científica revisada confirma que el uso del laboratorio como estrategia didáctica constituye una práctica efectiva en la enseñanza de las ciencias, lo que refuerza la validez teórica y metodológica de la presente investigación.

## **Capítulo 3. Marco Metodológico**

### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un **enfoque mixto con predominio cuantitativo**, debido a que integra procedimientos de recolección y análisis de datos numéricos y cualitativos para abordar de manera más amplia el problema de estudio. En su componente cuantitativo, se recopilaron datos mediante la aplicación de encuestas tipo pretest y posttest dirigidas a los estudiantes, con el propósito de medir cambios en la comprensión de las propiedades físicas del suelo, el desarrollo de habilidades prácticas y la motivación académica después de la implementación de una estrategia didáctica basada en prácticas de laboratorio.

De manera complementaria, el componente cualitativo se desarrolló mediante entrevistas semiestructuradas aplicadas a docentes y especialistas, orientadas a conocer sus percepciones sobre el uso del laboratorio como herramienta pedagógica en la enseñanza de la Edafología General. Este enfoque permitió la triangulación de la información y una comprensión más integral del fenómeno investigado.

De acuerdo con **Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2014)**, el enfoque cuantitativo se caracteriza por la medición objetiva de fenómenos y el uso de procedimientos estadísticos para la comprobación de hipótesis. Desde esa perspectiva, la investigación busca establecer relaciones entre variables y evaluar el impacto de una intervención educativa específica.

En cuanto al tipo de investigación, el estudio es de carácter aplicado, debido a que tiene como finalidad generar conocimiento orientado a la solución de un problema concreto en el ámbito educativo, relacionado con la comprensión de las propiedades físicas del suelo en estudiantes de educación superior. Este presenta un alcance

descriptivo, explicativo y comparativo, ya que se pretende describir el nivel de comprensión de los estudiantes y comparar los resultados obtenidos antes y después de la implementación de la estrategia didáctica.

El diseño de la investigación es de tipo cuasi experimental, específicamente con un esquema de pretest–posttest con un solo grupo, en el cual se evalúa a los mismos participantes antes y después de la intervención educativa, sin asignación aleatoria de los sujetos. Este tipo de diseño es ampliamente utilizado en investigaciones educativas donde no es posible manipular completamente las condiciones del entorno o establecer grupos de control de manera estricta.

Según **Campbell y Stanley (1963)**, los diseños cuasi experimentales permiten analizar los efectos de una intervención cuando no se dispone de control total sobre las variables externas, manteniendo un nivel adecuado de validez para estudios en contextos reales. En este caso, la intervención consiste en la implementación de prácticas de laboratorio orientadas al aprendizaje de las propiedades físicas del suelo dentro de la asignatura Edafología General.

El diseño se estructura de la siguiente manera:

**Pretest (O1):** Aplicación de una encuesta diagnóstica y evaluación objetiva para determinar el nivel inicial de comprensión conceptual, habilidades prácticas y motivación de los estudiantes.

**Intervención (X):** Implementación de prácticas de laboratorio relacionadas con el muestreo de suelo y el análisis de textura mediante el método de Bouyoucos.

**Postest (O2):** Aplicación de una encuesta de evaluación final y prueba objetiva para medir los cambios en la comprensión, habilidades y motivación después de la

intervención.

El diseño sigue una secuencia de medición inicial, intervención y medición final, es decir pretest (O1)–intervención (X)–postest (O2).

La comparación entre los resultados del pretest y el postest permitirá identificar posibles cambios en las variables estudiadas y evaluar la efectividad de la estrategia didáctica implementada.

Adicionalmente, la investigación incorpora un componente cualitativo complementario, mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas a docentes y especialistas, con el propósito de analizar sus percepciones sobre el uso del laboratorio como estrategia didáctica. Este enfoque complementario permite enriquecer la interpretación de los resultados cuantitativos a través de un proceso de triangulación de la información.

En conjunto, el diseño metodológico adoptado permite abordar el problema de investigación desde una perspectiva integral, combinando el análisis cuantitativo de los resultados del aprendizaje con la interpretación cualitativa de las experiencias docentes, lo que contribuye a una comprensión más profunda del fenómeno estudiado.

### **3.2 Población y muestra**

La población objeto de estudio está conformada por los estudiantes matriculados en la asignatura Edafología General, correspondiente al turno nocturno de la carrera de Agronegocios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, durante el primer semestre académico del año 2026.

La muestra está constituida por un total de **29 estudiantes**, debido a que se trabajó

con la totalidad del grupo matriculado, la muestra coincide con la población accesible.

El tipo de muestreo utilizado es **no probabilístico por conveniencia**, debido a que se seleccionó el grupo disponible al cual el investigador tiene acceso directo, en el contexto real del proceso de enseñanza-aprendizaje. Este tipo de muestreo es común en investigaciones educativas, donde no siempre es posible realizar una selección aleatoria de los participantes.

Como criterios de selección, se consideraron los siguientes aspectos:

- ❖ Estudiantes matriculados en la asignatura Edafología General durante el período de estudio.
- ❖ Estudiantes que asistieron regularmente a clases teóricas y prácticas de laboratorio.
- ❖ Estudiantes que participaron en la aplicación de los instrumentos de recolección de datos (pretest y postest).

No se establecieron criterios de exclusión específicos, más allá de la no participación en alguna de las etapas del proceso de recolección de datos.

Cabe señalar que, debido a las características del diseño de la investigación, los resultados obtenidos se limitan al grupo estudiado y no pretenden ser generalizados a otras poblaciones o contextos educativos. Adicionalmente, para el componente cualitativo de la investigación, se entrevistaron 6 docentes especialistas en el área, con experiencia mínima de 2 años y máximo de 20 años en docencia universitaria y enseñanza de la Edafología o ciencias afines.

### **3.3 Variables**

En la presente investigación, se identifican dos tipos de variables: una variable independiente y una variable dependiente, las cuales permiten analizar el efecto de la estrategia didáctica implementada en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

#### **3.3.1 Variable independiente**

##### **Aprendizaje basado en prácticas de laboratorio**

La variable independiente corresponde a la estrategia didáctica implementada durante el desarrollo de la asignatura, la cual consiste en el uso de prácticas de laboratorio orientadas al aprendizaje de las propiedades físicas del suelo.

Esta variable implica la realización de actividades prácticas relacionadas con el muestreo de suelo y el análisis de textura mediante el método de Bouyoucos, integrando procedimientos experimentales con los contenidos teóricos abordados en el aula.

El propósito de esta variable es intervenir en el proceso de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades prácticas y la motivación académica de los estudiantes.

#### **3.3.2 Variable dependiente**

##### **Nivel de comprensión de las propiedades físicas del suelo**

La variable dependiente corresponde al nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes en relación con las propiedades físicas del suelo, como resultado de la implementación de la estrategia didáctica.

Esta variable se evalúa a partir de tres dimensiones fundamentales:

### **a) Comprensión conceptual**

Hace referencia a la capacidad del estudiante para comprender y explicar conceptos relacionados con las propiedades físicas del suelo, tales como textura, densidad, porosidad, color y pH.

Se mide mediante:

- ítems tipo Likert en el pretest y postest
- preguntas objetivas de conocimiento

### **b) Conocimiento procedimental (habilidades prácticas)**

Se refiere a la capacidad del estudiante para aplicar procedimientos relacionados con el trabajo de laboratorio, tales como:

- muestreo de suelo
- preparación de muestras
- uso de instrumentos
- aplicación del método de Bouyoucos

Se mide mediante:

- ítems tipo Likert (autopercepción de habilidades)
- evaluación objetiva de conocimientos prácticos

### **c) Motivación académica**

Corresponde al interés, actitud y disposición del estudiante hacia el aprendizaje de la edafología y el uso del laboratorio como estrategia didáctica.

Se mide mediante:

- ítems tipo Likert relacionados con interés, percepción y valoración del laboratorio

### **3.4 Descripción de instrumentos**

Para la recolección de datos en la presente investigación, se utilizaron instrumentos de carácter cuantitativo y cualitativo, con el propósito de obtener información integral sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje y la percepción de los actores involucrados.

Los instrumentos empleados fueron:

- Entrevista semiestructurada dirigida a docentes y especialistas
- Encuesta diagnóstica (pretest) aplicada a estudiantes
- Encuesta de evaluación final (postest) aplicada a estudiantes

#### **3.4.1 Entrevista semiestructurada a docentes**

La entrevista semiestructurada estuvo dirigida a docentes que imparten la asignatura Edafología General y a especialistas en ciencias del suelo, agronomía o áreas afines con experiencia en docencia universitaria.

El objetivo de este instrumento fue recopilar información cualitativa sobre las metodologías de enseñanza utilizadas, así como analizar la percepción de los docentes respecto al uso del laboratorio como estrategia didáctica para la comprensión de las propiedades físicas del suelo.

La entrevista se estructuró en dos tipos de preguntas:

Preguntas cerradas, orientadas a identificar tendencias generales sobre el nivel de dificultad de los estudiantes, el impacto de las prácticas de laboratorio y la frecuencia de su uso.

Preguntas abiertas, organizadas en cuatro dimensiones:

##### **a) Metodología de enseñanza utilizada**

Permite conocer las estrategias pedagógicas aplicadas por los docentes y las dificultades identificadas en el aprendizaje de los estudiantes.

**b) Didáctica y articulación teoría–práctica**

Analiza la forma en que los docentes integran los contenidos teóricos con las prácticas de laboratorio.

**c) Impacto de las prácticas de laboratorio en el aprendizaje**

Explora los efectos percibidos en la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades prácticas y la motivación de los estudiantes.

**d) Valoración y recomendaciones**

Recoge opiniones sobre fortalezas, limitaciones y propuestas de mejora en la implementación de las prácticas de laboratorio.

Este instrumento permitió obtener información cualitativa relevante para complementar el análisis cuantitativo y fortalecer la interpretación de los resultados.

**3.4.2 Encuesta a estudiantes**

**3.4.2.1 Encuesta Diagnóstica (Pretest)**

La encuesta diagnóstica tuvo como objetivo evaluar el nivel inicial de los estudiantes antes de la implementación de la estrategia didáctica.

Se aplicó a estudiantes matriculados en la asignatura Edafología General y se estructuró en cuatro secciones:

a) Conocimiento conceptual inicial

Evalúa la comprensión de conceptos relacionados con las propiedades físicas del suelo, tales como textura, densidad, porosidad, pH, color y plasticidad.

b) Conocimiento procedimental inicial

Mide el nivel de conocimiento sobre procedimientos básicos de laboratorio, como el muestreo de suelo, la preparación de muestras y el uso de instrumentos.

**c) Motivación y percepción**

Analiza el interés del estudiante por el aprendizaje de la edafología y su percepción sobre la importancia del laboratorio en la asignatura.

**d) Evaluación objetiva de conocimientos**

Incluye preguntas de selección múltiple orientadas a medir el conocimiento real del estudiante sobre aspectos fundamentales como el muestreo de suelo, el tamizado y el método de Bouyoucos.

Las secciones a), b) y c) utilizan una escala tipo Likert de cinco puntos, que va desde “Totalmente en desacuerdo” hasta “Totalmente de acuerdo”.

**3.4.2.2 Encuesta de evaluación final (Postest)**

La encuesta de evaluación final tuvo como propósito medir los cambios en el aprendizaje de los estudiantes después de la implementación de las prácticas de laboratorio.

Este instrumento fue aplicado a los mismos estudiantes que participaron en el pretest y se estructuró en cinco secciones:

**a) Comprensión conceptual posterior**

Evalúa el nivel de comprensión alcanzado sobre el muestreo de suelo, preparación de muestras y textura del suelo.

**b) Desarrollo de habilidades prácticas**

Mide la capacidad del estudiante para ejecutar procedimientos de laboratorio y utilizar instrumentos de análisis de suelos.

### **c) Integración teoría–práctica**

Analiza la capacidad del estudiante para relacionar los resultados obtenidos en laboratorio con los contenidos teóricos.

### **d) Motivación y valoración**

Evalúa el nivel de interés, motivación y percepción del estudiante respecto al uso del laboratorio como estrategia didáctica.

### **e) Evaluación objetiva de conocimientos**

Incluye preguntas de selección múltiple similares a las del pretest, con el fin de comparar el nivel de conocimiento antes y después de la intervención.

Además, el instrumento incluye preguntas abiertas que permiten recoger opiniones de los estudiantes sobre los aspectos más relevantes del aprendizaje y posibles mejoras en las prácticas de laboratorio.

Al igual que el pretest, las secciones principales utilizan una escala tipo Likert de cinco puntos.

## **3.5 Procedimiento de recolección de datos**

El proceso de recolección de datos se desarrolló en varias fases, organizadas de manera secuencial, con el propósito de garantizar la obtención de información válida y confiable para el análisis de la investigación.

### **Fase 1: Aplicación del pretest (evaluación diagnóstica)**

En una primera etapa, se aplicó la encuesta diagnóstica (pretest) a los estudiantes matriculados en la asignatura Edafología General, con el objetivo de evaluar el nivel inicial de comprensión conceptual, conocimientos procedimentales y motivación

académica.

La aplicación del instrumento se realizó mediante un formulario digital elaborado en la plataforma Google Forms, lo que permitió sistematizar automáticamente las respuestas en una base de datos en formato Excel.

El uso de esta herramienta facilitó la organización, almacenamiento y posterior análisis de los datos, reduciendo el riesgo de errores asociados a la transcripción manual de la información. De igual modo, garantizó la uniformidad en la aplicación del instrumento, asegurando que todos los estudiantes respondieran las mismas preguntas bajo condiciones similares.

## **Fase 2: Implementación de la estrategia didáctica**

Posteriormente, se llevó a cabo la intervención educativa basada en prácticas de laboratorio, orientadas al aprendizaje de las propiedades físicas del suelo.

Debido a la delimitación temporal del estudio, establecida por el período académico en el cual se desarrolló la investigación y la fecha de sustentación del trabajo, la intervención se enfocó en un conjunto específico de prácticas de laboratorio consideradas fundamentales dentro del programa de la asignatura.

En consecuencia, los estudiantes participaron en actividades prácticas relacionadas con:

Muestreo de suelo

Preparación de muestras (eliminación de impurezas, secado, molienda y tamizado)

Determinación de la textura del suelo mediante el método de Bouyoucos

Estas prácticas fueron seleccionadas por su relevancia en la comprensión de las propiedades físicas del suelo y por constituir la base para el desarrollo de habilidades

prácticas en el análisis de suelos.

De igual modo, estas actividades permitieron integrar los contenidos teóricos con la experimentación directa, favoreciendo el aprendizaje significativo de los estudiantes dentro del período disponible para la investigación.

### **Fase 3: Aplicación del postest (evaluación final)**

Una vez finalizada la implementación de las prácticas de laboratorio, se aplicó la encuesta de evaluación final (postest) a los mismos estudiantes que participaron en el pretest.

Este instrumento permitió evaluar los cambios en:

- La comprensión conceptual
- El desarrollo de habilidades prácticas
- La motivación académica

La aplicación del postest se realizó bajo condiciones similares al pretest, con el fin de garantizar la comparabilidad de los resultados.

### **Fase 4: Aplicación de entrevistas a docentes**

De manera complementaria, se realizaron entrevistas semiestructuradas a docentes y especialistas en el Área de ciencias del Suelo, con el objetivo de obtener información cualitativa sobre las metodologías de enseñanza empleadas y la percepción del uso del laboratorio como estrategia didáctica.

Las entrevistas permitieron profundizar en aspectos relacionados con:

- La articulación entre teoría y práctica
- El impacto del laboratorio en el aprendizaje
- Las fortalezas y limitaciones de la estrategia didáctica

## **Fase 5: Organización y procesamiento de los datos**

Finalmente, los datos recolectados fueron organizados y sistematizados para su análisis.

En el caso de las encuestas, la información obtenida a través de Google Forms fue exportada a formato Excel, lo que permitió su procesamiento mediante técnicas de análisis estadístico descriptivo y comparativo.

Por su parte, la información cualitativa obtenida de las entrevistas fue analizada mediante la identificación de categorías y patrones relevantes para la interpretación de los resultados.

### **3.6 Técnicas de análisis estadístico**

Para el análisis de los datos recolectados, se emplearon técnicas de estadística descriptiva y comparativa, con el propósito de evaluar los cambios en el nivel de comprensión de los estudiantes antes y después de la implementación de la estrategia didáctica basada en prácticas de laboratorio.

#### **Análisis descriptivo**

En una primera etapa, se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos en el pretest y el posttest, con el fin de caracterizar el comportamiento de las variables estudiadas.

Se utilizaron:

- Frecuencias absolutas y relativas.
- Promedios (media aritmética).
- Tablas de distribución de datos.
- Representaciones gráficas (barras y columnas).

Este análisis permitió identificar tendencias generales en la comprensión conceptual, el conocimiento procedimental y la motivación de los estudiantes. Los ítems exclusivos del pretest (propiedades físicas del suelo: densidad aparente, densidad real, porosidad, pH, color, plasticidad) se analizaron únicamente de manera descriptiva, como diagnóstico inicial.

### **Análisis comparativo pretest–postest**

Posteriormente, se realizó un análisis comparativo entre los resultados del pretest y el postest, considerando únicamente los ítems equivalentes en ambos instrumentos (preguntas objetivas, habilidades procedimentales y motivación/percepción).

Este análisis incluyó:

- Comparación de medidas.
- Variación en porcentajes de respuesta.
- Diferencias en el nivel de aciertos en preguntas objetivas.

Se aplicaron las siguientes fórmulas estadísticas:

Ganancia normalizada (Hake's gain):

$$g = \frac{\text{Postest} - \text{Pretest}}{100 - \text{Pretest}}$$

Prueba t para muestras relacionadas:

$$t = \frac{\bar{X}_d}{S_d/\sqrt{n}}$$

donde  $\bar{X}_d$  es la media de las diferencias,  $S_d$  la desviación estándar de las diferencias y  $n$  el tamaño de la muestra.

### Efecto tamaño (Cohen's d):

$$d = \frac{\bar{X}_{postest} - \bar{X}_{pretest}}{S_{pooled}}$$
$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{S_{pre}^2 + S_{post}^2}{2}}$$

Chi-cuadrado para preguntas objetivas:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

donde  $O$  son las frecuencias observadas y  $E$  las esperadas.

### Análisis de las preguntas objetivas

Las preguntas de selección múltiple incluidas en el pretest y el postest fueron analizadas mediante:

- Cálculo del porcentaje de respuestas correctas.
- Comparación del número de aciertos antes y después de la intervención.
- Aplicación de la prueba de chi-cuadrado para verificar la significancia de las diferencias.
- Análisis de la información cualitativa

La información obtenida a través de las entrevistas a docentes fue analizada mediante un enfoque cualitativo, basado en la identificación de categorías y patrones de respuesta.

Se realizó:

- Organización de las respuestas por dimensiones.

- Identificación de ideas recurrentes.
- Interpretación de percepciones sobre el uso del laboratorio.

Este análisis permitió complementar los resultados cuantitativos y enriquecer la interpretación de los hallazgos.

### **Análisis de hipótesis**

Para la comprobación de las hipótesis planteadas, se consideró la comparación de los resultados obtenidos en el pretest y el posttest en los ítems equivalentes.

Se asumió que existe una influencia significativa de la estrategia didáctica cuando se evidencian mejoras en:

- Los promedios de las respuestas.
- El porcentaje de respuestas correctas.
- Los niveles de percepción y motivación de los estudiantes.

## **Capítulo 4. Análisis e interpretación de resultados**

#### **4.1 Resultados del instrumento docente**

Con el propósito de analizar las prácticas pedagógicas empleadas en la enseñanza de la asignatura Edafología General, se aplicó una entrevista semiestructurada dirigida a docentes que imparten o han impartido la asignatura, así como a especialistas en ciencias del suelo con experiencia en docencia universitaria. Es importante aclarar que la entrevista era voluntaria y que los resultados presentados aquí corresponden a 6 entrevistas realizadas a profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá que están ejerciendo su función como docentes o que la han ejercido en el pasado.

Este instrumento permitió recopilar información cualitativa relevante sobre las metodologías de enseñanza utilizadas, la articulación entre teoría y práctica, y la percepción del uso del laboratorio como estrategia didáctica en la educación superior. De manera general, los resultados evidenciaron que los docentes reconocen dificultades en la comprensión de las propiedades físicas del suelo cuando la enseñanza se desarrolla predominantemente desde un enfoque teórico. En este sentido, existe consenso en que la incorporación de prácticas de laboratorio constituye un elemento fundamental para favorecer el aprendizaje.

De igual manera, se identificó que, aunque las prácticas de laboratorio son ampliamente valoradas, su implementación no siempre responde a una planificación didáctica estructurada, lo que puede limitar su efectividad. En este contexto, los docentes destacan la importancia de fortalecer la integración entre teoría y práctica

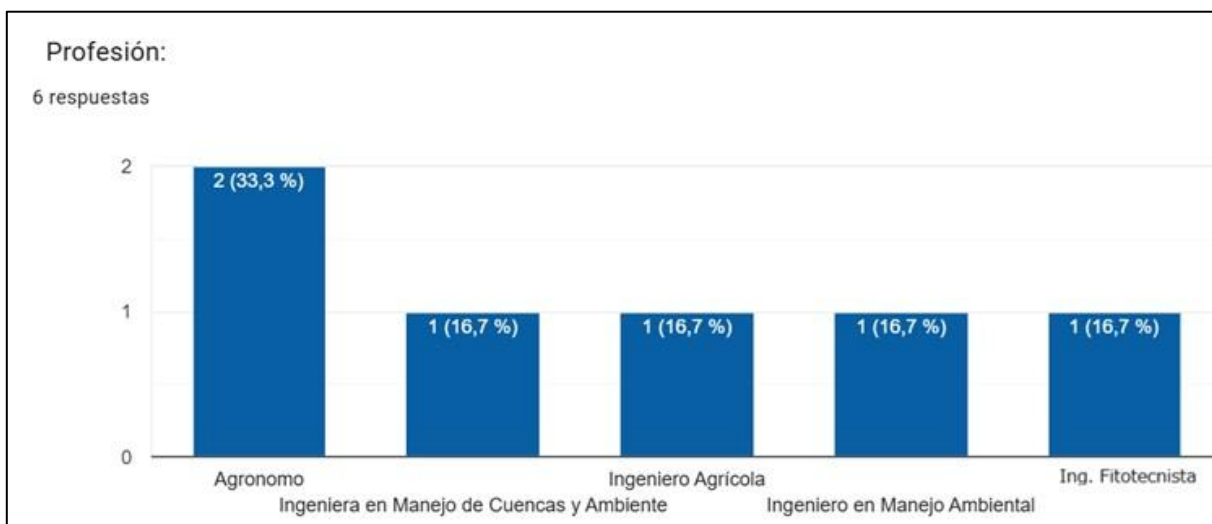
mediante el uso de estrategias como guías didácticas, preguntas orientadoras y espacios de análisis posterior a las actividades experimentales.

Por otra parte, los participantes señalan que el uso del laboratorio favorece el desarrollo de habilidades prácticas, la comprensión de conceptos complejos y una mayor participación activa en el proceso de aprendizaje, lo que refuerza su relevancia dentro de la formación agropecuaria.

No obstante, también se identifican limitaciones de tipo institucional y logístico, tales como el tiempo disponible para desarrollar las prácticas, el tamaño de los grupos y la disponibilidad de recursos, factores que condicionan su implementación.

En función de lo anterior, los docentes coinciden en la necesidad de fortalecer el uso del laboratorio como estrategia didáctica, promoviendo una mayor integración en la planificación académica y en el desarrollo de la asignatura.

*Gráfica N° 1. Distribución de la profesión de los participantes en la encuesta*



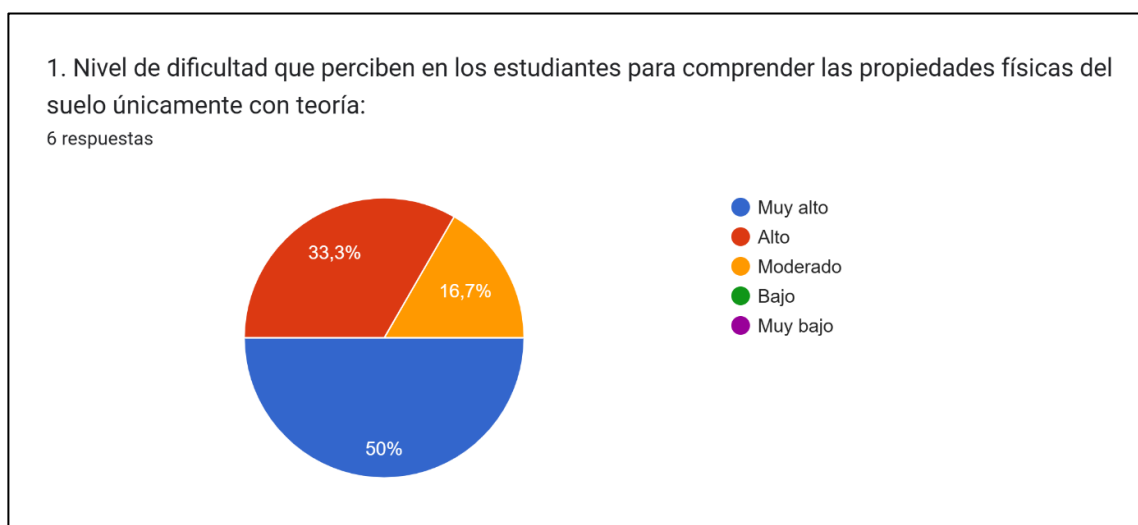
La gráfica N°1 muestra que los docentes participantes pertenecen principalmente al Área de Agronomía en distintas especialidades, lo que aporta una visión interdisciplinaria sobre las prácticas de laboratorio y su aplicación en diversos

campos del conocimiento agropecuario. Esta diversidad fortalece la validez del estudio, ya que permite contrastar percepciones desde diferentes enfoques profesionales, aunque la muestra sigue mostrando un sesgo hacia la agronomía como disciplina central.

El rango de experiencia va desde perfiles incipientes (2 años) hasta profesionales con trayectorias consolidadas (20 años), con una media aproximada de 11.7 años. Esta diversidad refleja un grupo heterogéneo en cuanto a formación práctica: algunos aportan una visión fresca y en proceso de consolidación, mientras que otros enriquecen el análisis con una amplia experiencia acumulada en el campo.

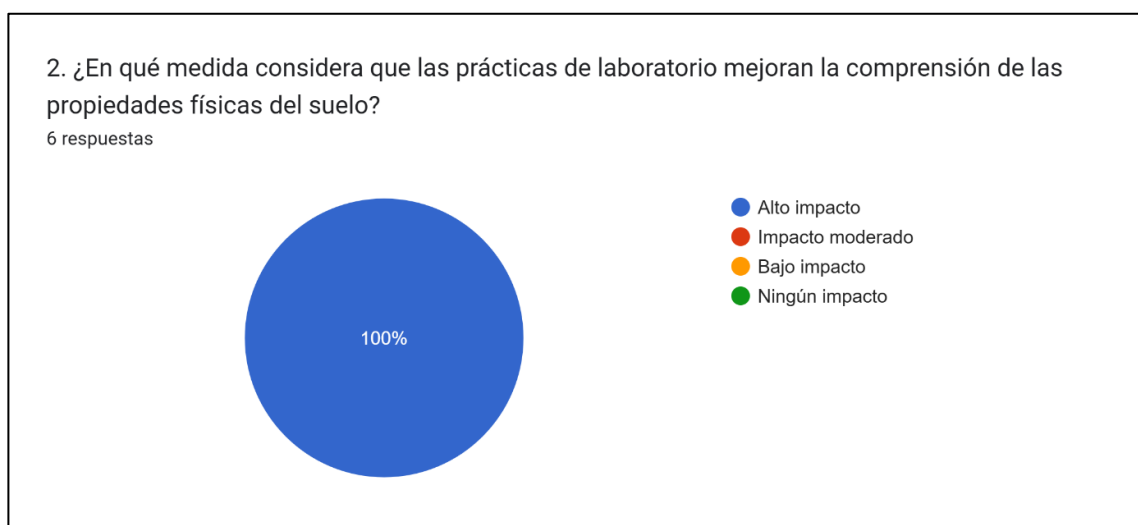
Desde el punto de vista pedagógico, esta combinación de trayectorias favorece un aprendizaje colaborativo más robusto, ya que los menos experimentados pueden beneficiarse de la guía de quienes poseen mayor recorrido, mientras que los más veteranos encuentran en la práctica académica un espacio para actualizar y contrastar sus conocimientos.

*Gráfica N° 2. Percepción docente sobre la dificultad de enseñar las propiedades físicas del suelo únicamente con teoría*



Los resultados de la gráfica N° 2 muestran que el **50% de los profesores** considera que la dificultad de los estudiantes para comprender las propiedades físicas de los suelos es *muy alta*, mientras que un \*33.3% la califica como *alta* y un \*16.7% como *moderada*. Ningún docente percibe la dificultad como baja o muy baja. Estos resultados evidencian amplio consenso respecto a la dificultad de enseñar las propiedades físicas del suelo únicamente mediante clases teóricas.

*Gráfica N° 3. Percepción docente sobre el impacto de las prácticas de laboratorio en la comprensión de las propiedades físicas del suelo*

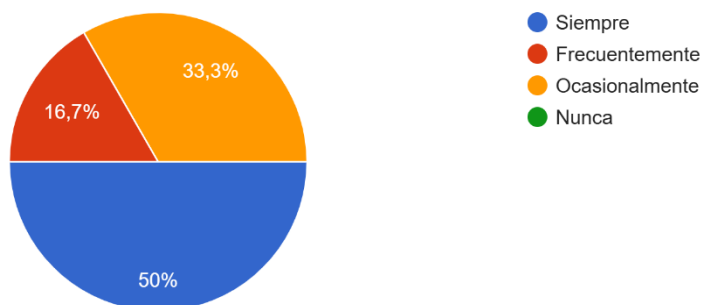


Los resultados de la gráfica N° 3 reflejan consenso total entre los docentes, ya que el 100% considera que las prácticas de laboratorio tienen alto impacto en la comprensión de las propiedades físicas del suelo. No se registraron respuestas en las categorías de impacto moderado, bajo o nulo, lo que refleja un consenso absoluto sobre la relevancia de la práctica experimental.

*Gráfica N° 4. Frecuencia con que los docentes integran prácticas de laboratorio en la asignatura*

3. Frecuencia con que integra prácticas de laboratorio en la asignatura:

6 respuestas

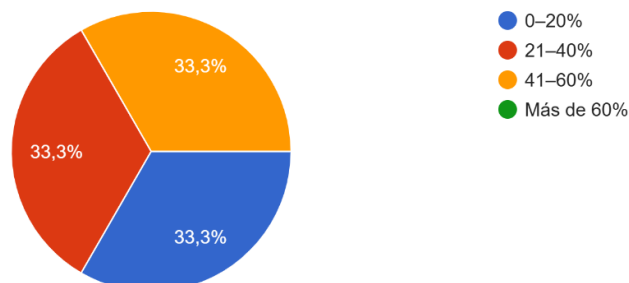


Los resultados de la gráfica N° 4 indican que el **50% de los profesores** afirma integrar prácticas de laboratorio **siempre**, un **33.3% ocasionalmente**, y un **16.7% frecuentemente**. Ningún docente indicó la opción “nunca”. Esto refleja que la mayoría reconoce la importancia de incluir actividades prácticas de manera constante en su enseñanza.

*Gráfica N° 5. Porcentaje de tiempo que los docentes dedican a actividades prácticas de laboratorio en la asignatura*

4. ¿Qué porcentaje aproximado del tiempo de la asignatura dedica a actividades prácticas de laboratorio?

6 respuestas



Los resultados de la gráfica N° 5 muestran una distribución equitativa, es decir, que un **33.3% de los profesores** dedica entre **0–20%** del tiempo de la asignatura a prácticas de laboratorio, otro **33.3% entre 21–40%**, y el restante **33.3% entre 41–60%**. Ningún docente indicó dedicar más del 60% del tiempo a actividades prácticas.

### **Dimensión 1: Metodología de enseñanza utilizada**

Los docentes describen metodologías que combinan clases teóricas magistrales con prácticas de laboratorio, giras de campo y asignaciones. Se observa un predominio del enfoque teórico-práctico, aunque con variaciones en el peso relativo de cada componente. Algunos profesores señalan que la teoría representa hasta el 85–90% de la nota final, mientras que otros abogan por un equilibrio entre teoría y práctica.

*Tabla 1. Categorías y respuestas obtenidas en entrevistas a docentes sobre metodología de enseñanza en Edafología*

<b>Categoría</b>	<b>Ejemplos de respuestas</b>	<b>% aproximado</b>
Clases teóricas predominantes	“Clases teóricas magistrales”, “85–90% de la nota depende de teoría”	100%
Prácticas de laboratorio	“Implemento prácticas de laboratorio”, “Teórico–práctico”	83%
Giras de campo	“Complementadas con giras de campo”	33%
Integración teoría–práctica	“Procuro desarrollar contenidos vinculando teoría y práctica”	50%
Dificultades en ciencias básicas	“Deficiencias en matemáticas, física y química”	100%

En cuanto a los criterios de selección de estrategias didácticas, algunos docentes mantienen metodologías estandarizadas año tras año, mientras que otros adaptan sus enfoques según la respuesta de los estudiantes, el tipo de material o la dinámica del grupo.

Las principales dificultades que enfrentan los estudiantes al abordar las propiedades físicas del suelo se relacionan con deficiencias en matemáticas, física y química, así como con limitaciones en la capacidad de análisis. Esto repercute en la comprensión de cálculos y en la interpretación de las bases estructurales del suelo.

Esta dimensión evidencia que, aunque la teoría es considerada fundamental, los docentes reconocen que la práctica constituye un componente indispensable para superar limitaciones conceptuales y analíticas en los estudiantes.

### **Dimensión 2: Articulación teoría–práctica**

Los docentes utilizan principalmente guías de laboratorio, preguntas orientadoras y discusiones posteriores como estrategias para vincular teoría y práctica. La planificación didáctica suele estar estructurada con objetivos, actividades y evaluación, aunque algunos señalan dificultades para sincronizar el ritmo de la teoría con los laboratorios.

*Tabla 2. Categorías y respuestas obtenidas en entrevistas a docentes sobre articulación teoría - práctica de laboratorio*

<b>Categoría</b>	<b>Ejemplos de respuestas</b>	<b>% aproximado</b>
Guías de laboratorio	“Guías estructuradas paso a paso”, “Guías digitales”	83%
Preguntas orientadoras	“Preguntas de análisis durante y después”	50%
Discusión posterior	“Promuevo discusiones analíticas”	50%
Planificación estructurada	“Cada laboratorio tiene objetivos, actividades y evaluación”	83%
Dificultades de sincronización	“A veces lo que ven en laboratorio no concuerda con la teoría”	33%
Espacios de análisis y reflexión	“Charlas, informes, preguntas de análisis”	100%

Entre los aspectos a mejorar, destacan la necesidad de reorganizar la planificación para lograr mayor coherencia entre teoría y práctica, incorporar recursos visuales e interactivos (como modelos 3D), y ampliar las prácticas de aplicación.

Respecto a los espacios de análisis y reflexión, la mayoría de los docentes promueve charlas, preguntas de análisis e informes, buscando que los estudiantes relacionen lo aprendido con otras disciplinas y desarrollen pensamiento crítico.

Esta dimensión demuestra que la articulación entre teoría y práctica es reconocida como esencial, aunque enfrenta retos asociados a planificación, recursos disponibles y sincronización curricular.

### **Dimensión 3: Impacto de las prácticas de laboratorio en el aprendizaje**

Los docentes observan cambios positivos en la comprensión conceptual de los estudiantes tras realizar prácticas de laboratorio. Se destacan mejoras en la asimilación de conceptos teóricos, en la capacidad de relacionar teoría con aplicación y en la comprensión de fenómenos como la textura del suelo.

Las diferencias entre estudiantes que realizan prácticas y aquellos que solo reciben teoría son notorias: los primeros muestran mayor motivación, optimismo, perseverancia y capacidad de análisis, además de desarrollar destrezas técnicas en el manejo de equipos y reactivos. Los segundos tienden a memorizar sin asimilar y presentan mayores dificultades para aplicar conocimientos.

*Tabla 3. Categorías y respuestas de estudiantes sobre el impacto de las prácticas de laboratorio*

<b>Categoría</b>	<b>Ejemplos de respuestas</b>	<b>% aproximado</b>
Mejora en comprensión conceptual	“Comprenden mejor los conceptos teóricos”, “Asimilan mejor las propiedades físicas”	100%

Relación teoría– aplicación	“Logran establecer mejor la relación entre teoría y aplicación”	67%
Motivación y actitud positiva	“Más optimismo y perseverancia”, “Mayor compromiso con el aprendizaje”	100%
Desarrollo de habilidades técnicas	“Manejo de equipos e instrumentos”, “Capacidad de análisis”	100%
Estudiantes sin prácticas: memorización	“Tienden a memorizar sin asimilar”	50%

Los docentes coinciden en que las prácticas contribuyen al desarrollo de habilidades prácticas como el manejo de instrumentos, la interpretación de resultados y la emisión de criterios técnicos. También se observa un aumento en la motivación y actitud positiva de los estudiantes cuando las prácticas se incorporan de forma sistemática.

Esta dimensión confirma que las prácticas de laboratorio tienen un impacto decisivo en la formación integral de los estudiantes, fortaleciendo tanto la comprensión conceptual como las habilidades técnicas y la motivación. La práctica experimental se consolida como un eje pedagógico fundamental dentro del proceso formativo.

#### **Dimensión 4: Valoración y recomendaciones**

Los docentes identifican como fortalezas de las prácticas de laboratorio el desarrollo de competencias técnicas, el aprendizaje significativo, la comprensión de conceptos teóricos, el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico.

*Tabla 4. Fortalezas, limitaciones y recomendaciones emergentes en entrevistas a docentes de Edafología General*

<b>Categoría</b>	<b>Ejemplos de respuestas</b>	<b>% aproximado</b>
Fortalezas: comprensión y aprendizaje significativo	“Mayor comprensión de la materia”, “Aprendizaje significativo”	100%
Fortalezas: competencias	“Desarrollo de competencias	67%

técnicas	técnicas”, “Pensamiento crítico”	
Fortalezas: motivación y entusiasmo	“Más positivismo y entusiasmo”	50%
Limitaciones: ciencias básicas	“Deficiencias en matemáticas, física y química”	67%
Limitaciones: infraestructura y equipos	“Laboratorio pequeño”, “Recursos insuficientes”	100%
Limitaciones: alta matrícula	“Cantidad de estudiantes muy alta”	83%
Recomendaciones: mejorar equipos y recursos	“Equipos sofisticados”, “Fortalecer laboratorio de suelos”	100%
Fortalecer y ampliar prácticas	“Debe fortalecerse y ampliarse”	100%
Extender a otras asignaturas	“Ampliarse a ciencias agropecuarias y otras materias”	67%

Las limitaciones señaladas incluyen deficiencias en matemáticas, física y química, falta de diversidad en las prácticas y carencias de infraestructura (equipos insuficientes, laboratorios pequeños frente a matrículas altas).

Las recomendaciones apuntan a modernizar los laboratorios mediante la adquisición de equipos tecnológicos, ampliar la cantidad y variedad de prácticas, abrir más cursos para reducir la sobrecarga de estudiantes y fortalecer la infraestructura institucional.

Finalmente, todos los docentes coinciden en que el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio debe fortalecerse y ampliarse en la formación agropecuaria, incluso extendiéndose a otras asignaturas de ciencias. Se reconoce que este enfoque prepara mejor a los estudiantes para enfrentar situaciones reales y desarrollar competencias aplicables en el campo laboral.

La valoración docente muestra amplio consenso respecto al papel central de las

prácticas de laboratorio en la enseñanza de la Edafología General. Las recomendaciones evidencian que, aunque la metodología es adecuada, existen limitaciones estructurales y logísticas que deben superarse para garantizar un aprendizaje más efectivo y equitativo.

#### **4.2 Resultados del instrumento estudiantil**

Con el propósito de analizar el nivel de comprensión de los estudiantes en la asignatura Edafología General, se aplicaron dos instrumentos de recolección de datos: una encuesta diagnóstica inicial (pretest) y una encuesta de evaluación final (postest).

El pretest estuvo estructurado en cuatro secciones:

- Tres secciones diseñadas bajo una escala tipo Likert de cinco puntos, orientadas a evaluar el conocimiento conceptual, el conocimiento procedimental y la motivación/percepción de los estudiantes;
- Una cuarta sección de evaluación objetiva, compuesta por preguntas de selección múltiple con única respuesta correcta, con el fin de medir el nivel real de conocimiento previo.

Por su parte, el postest estuvo conformado por cinco secciones:

- Cuatro secciones con escala Likert, dirigidas a evaluar la comprensión conceptual posterior, el desarrollo de habilidades prácticas, la integración teoría-práctica y la motivación del estudiante;
- Una sección final de evaluación objetiva, estructurada mediante preguntas de selección múltiple, orientadas a verificar la adquisición de conocimientos después de la intervención didáctica.

La utilización combinada de escalas Likert y preguntas objetivas permitió obtener una evaluación integral del aprendizaje, considerando tanto la percepción del estudiante como su nivel real de conocimiento.

La escala Likert utilizada fue configurada de la siguiente manera:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = De acuerdo

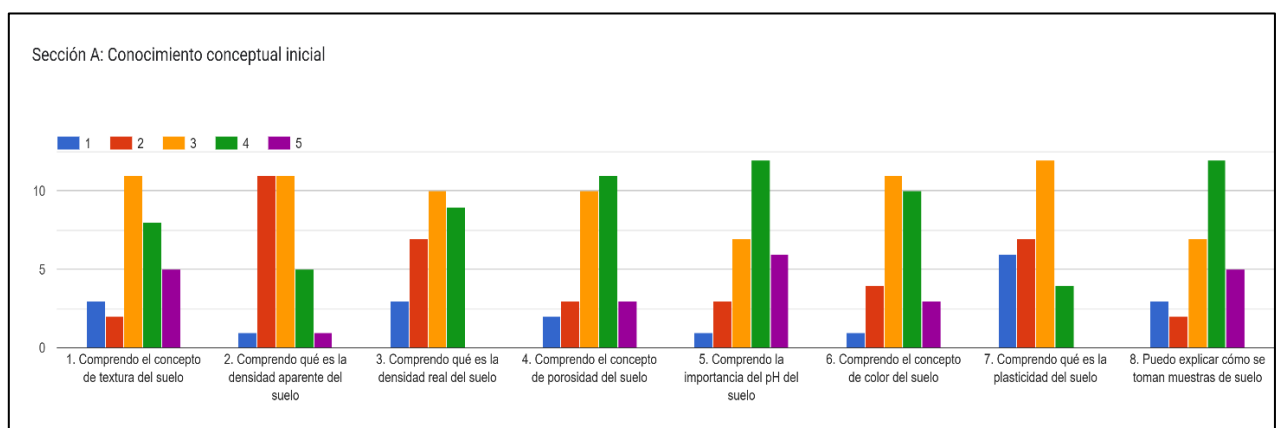
5 = Totalmente de acuerdo

### Resultados del Pretest

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al pretest, organizados según las secciones del instrumento.

Los resultados obtenidos en la Sección A evidencian el nivel de conocimiento conceptual inicial de los estudiantes en relación con las propiedades físicas del suelo

*Gráfica N° 6. Nivel de conocimiento conceptual inicial sobre propiedades físicas del suelo*



De manera general, se observa una **tendencia predominante hacia las categorías 3 (neutral) y 4 (de acuerdo)**, lo que indica que los estudiantes perciben tener un nivel de comprensión **moderado**, pero no completamente consolidado.

En particular:

- En conceptos como **textura del suelo, densidad aparente y densidad real**, se aprecia una distribución de respuestas concentrada entre los niveles intermedios (3 y 4), lo que sugiere que los estudiantes poseen una noción básica, aunque con limitaciones en su profundidad conceptual.
- En el caso de la **porosidad del suelo y el pH**, se observa una mayor inclinación hacia la categoría 4 (de acuerdo), indicando una percepción ligeramente más favorable en estos contenidos, aunque sin alcanzar niveles altos de dominio.
- Para variables como **color del suelo y plasticidad**, los resultados muestran mayor dispersión, incluyendo respuestas en niveles bajos (1 y 2), lo que evidencia vacíos conceptuales en estos temas.
- En relación con la capacidad de **explicar el proceso de toma de muestras de suelo**, se identifican respuestas distribuidas en todos los niveles de la escala, lo que refleja una heterogeneidad en el conocimiento procedimental inicial.

En términos generales, la baja presencia de respuestas en la categoría 5 (totalmente de acuerdo) y la existencia de respuestas en niveles bajos (1 y 2) indican que el conocimiento conceptual inicial de los estudiantes **no es sólido ni homogéneo**.

Estos resultados permiten inferir que, previo a la intervención didáctica, los estudiantes presentan un nivel de comprensión parcial y fragmentado, característico de un aprendizaje basado principalmente en la teoría.

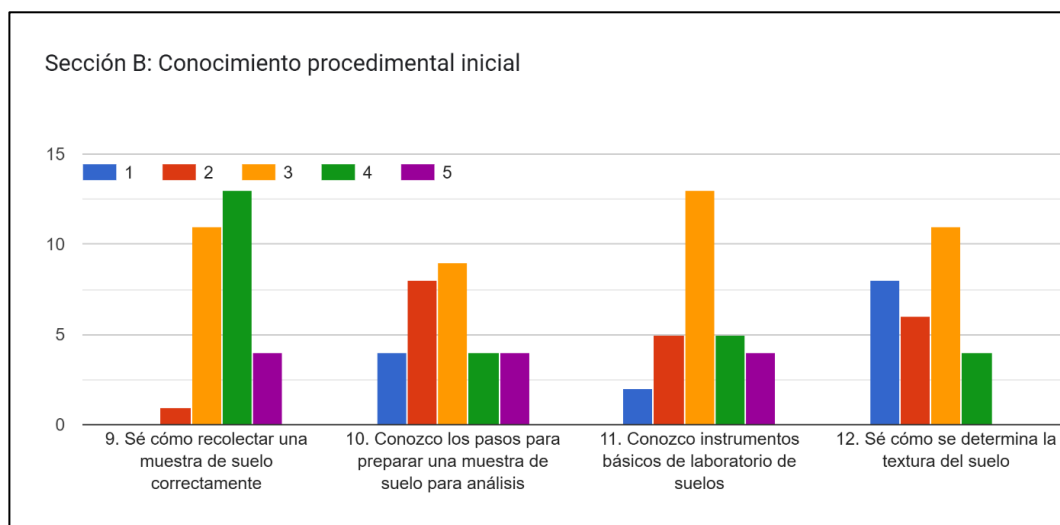
Asimismo, se evidencia la necesidad de fortalecer el proceso de enseñanza mediante estrategias que permitan consolidar conceptos básicos, reducir la dispersión en los niveles de comprensión y favorecer la aplicación práctica del conocimiento.

En este contexto, los resultados del pretest justifican la implementación de prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para mejorar la comprensión de las propiedades físicas del suelo.

Los resultados correspondientes a la Sección B permiten evaluar el nivel de conocimiento procedimental inicial de los estudiantes en relación con actividades prácticas fundamentales del análisis de suelo.

De manera general, se observa una **tendencia hacia las categorías intermedias (3 y 4)**, lo que indica que los estudiantes perciben poseer un conocimiento básico en los procedimientos, aunque con limitaciones en su dominio.

*Gráfica N° 7. Nivel de conocimiento procedimental inicial sobre análisis de suelo*



De manera más específica podríamos decir que:

- En relación con la capacidad de **recolectar una muestra de suelo correctamente**, se evidencia una concentración de respuestas en los niveles 3 (neutral) y 4 (de acuerdo), lo que sugiere que los estudiantes tienen una noción general del proceso, pero no completamente consolidada.

- Para el conocimiento de los **pasos para preparar una muestra de suelo**, se observa una distribución más equilibrada entre las categorías, incluyendo valores en niveles bajos (1 y 2), lo que indica que existe una falta de claridad en el procedimiento técnico.

- En cuanto al **conocimiento de instrumentos de laboratorio**, los resultados reflejan una tendencia similar, con predominio en niveles intermedios y escasa presencia de respuestas en el nivel más alto (5), evidenciando una familiaridad limitada con los equipos utilizados.

- En el caso de la **determinación de la textura del suelo**, se observa una mayor dispersión de respuestas, incluyendo una cantidad considerable en los niveles bajos (1 y 2), lo que indica debilidades importantes en este contenido específico.

Los resultados evidencian que el conocimiento procedimental inicial de los estudiantes es **incipiente y heterogéneo**, caracterizado por una percepción de conocimiento que no necesariamente se traduce en dominio técnico real.

La presencia de respuestas en niveles bajos, junto con la limitada concentración en el nivel más alto, sugiere que los estudiantes no han tenido suficiente exposición práctica previa o que su aprendizaje ha sido predominantemente teórico.

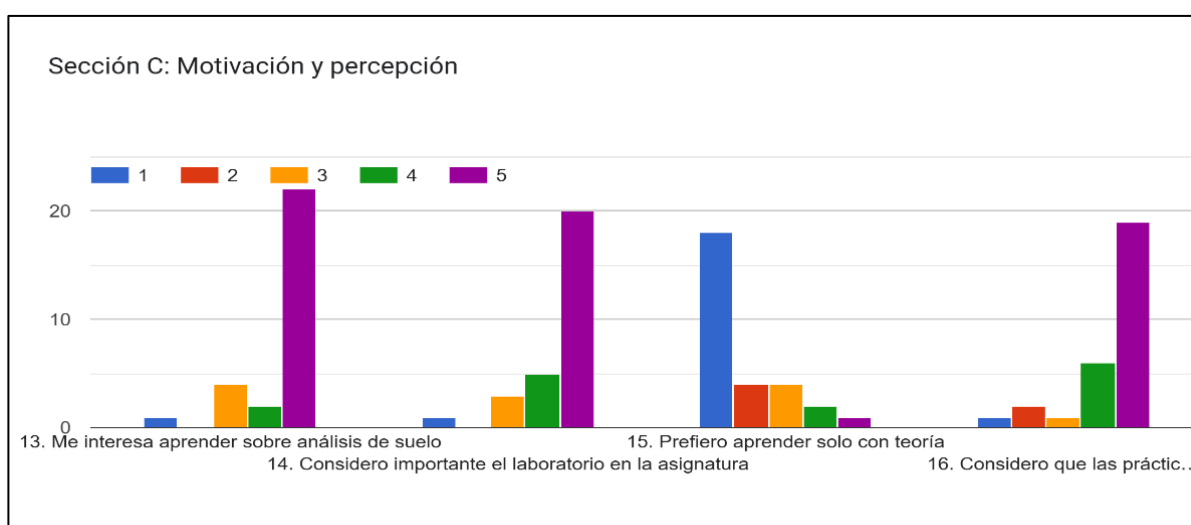
Estos resultados refuerzan la necesidad de implementar estrategias didácticas activas que promuevan la participación del estudiante y la aplicación del conocimiento para que logren:

- Desarrollar habilidades técnicas en condiciones reales.
- Fortalecer la comprensión de los procedimientos.
- Reducir la brecha entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica.

Es importante destacar que, aunque algunos estudiantes manifiestan estar “de acuerdo” con su conocimiento, esto puede responder a una **percepción subjetiva más que a una competencia real**, lo cual justifica la inclusión de la sección de evaluación objetiva en el instrumento.

Los resultados de la Sección C permiten analizar la motivación académica y la percepción de los estudiantes respecto al aprendizaje de la Edafología General y el uso del laboratorio como estrategia didáctica.

*Gráfica N° 8. Nivel de motivación y percepción de los estudiantes sobre la asignatura y el uso del laboratorio*



De manera general, en los ítems donde la valoración de 5 corresponde a “totalmente de acuerdo”, se evidencia una tendencia positiva hacia las categorías 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), lo que indica un alto nivel de interés y una valoración favorable hacia el aprendizaje de la asignatura y el uso de prácticas de laboratorio.

No obstante, es importante precisar que, en el ítem relacionado con la afirmación “prefiero aprender solo con teoría”, se observa una mayor concentración de respuestas en la categoría 1 (totalmente en desacuerdo). Este comportamiento no contradice la tendencia general, sino que la refuerza, ya que la formulación de la pregunta implica una escala inversa en términos de interpretación pedagógica.

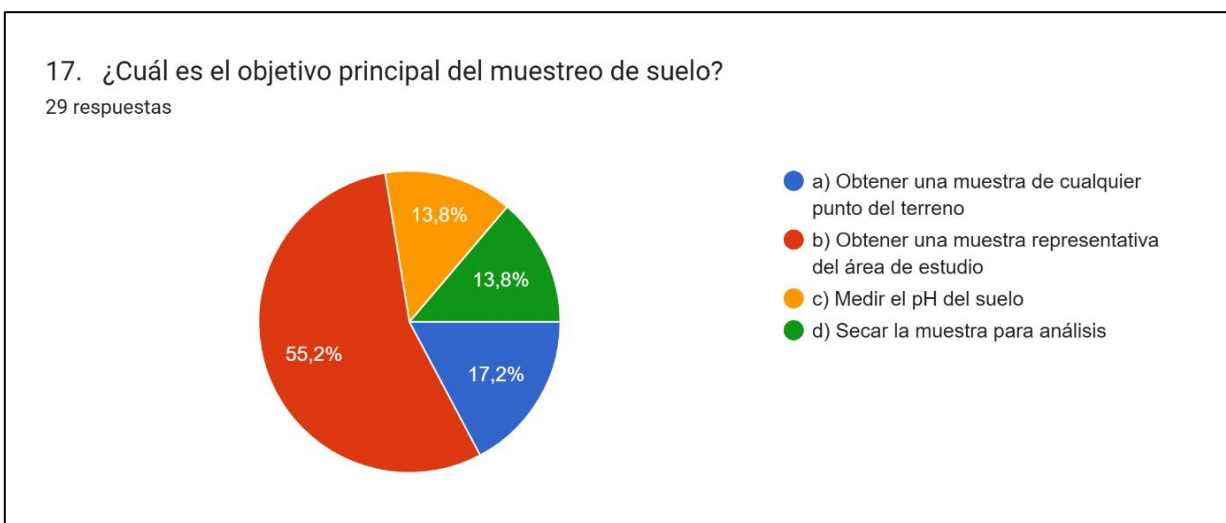
En este sentido, el valor 1 en este ítem es equivalente, en términos analíticos, a una valoración positiva hacia el aprendizaje práctico, dado que refleja el rechazo de los estudiantes hacia metodologías exclusivamente teóricas. Por tanto, los resultados confirman una clara preferencia por estrategias didácticas que integren la práctica como componente fundamental del proceso de aprendizaje.

Al analizar los resultados por ítem:

- **En relación con el interés por aprender sobre análisis de suelo**, se observa una marcada concentración en la categoría 5 (totalmente de acuerdo), lo que refleja un alto nivel de motivación intrínseca por parte de los estudiantes.
- **Respecto a la importancia del laboratorio en la asignatura**, los resultados muestran una fuerte tendencia hacia las categorías superiores, evidenciando que los estudiantes reconocen el valor del laboratorio como componente fundamental en su proceso de aprendizaje.

- **En cuanto a la preferencia por aprender solo con teoría**, se observa una concentración significativa en la categoría 1 (totalmente en desacuerdo), lo que indica un claro rechazo hacia metodologías exclusivamente teóricas.
  - **En relación con la percepción de que las prácticas de laboratorio facilitarán la comprensión de los contenidos**, se evidencia nuevamente una tendencia positiva hacia las categorías 4 y 5, lo que refleja expectativas favorables hacia la implementación de esta estrategia didáctica.
  - Los hallazgos indican que los estudiantes presentan una **alta motivación académica y una percepción positiva hacia el aprendizaje práctico**, lo cual constituye un factor clave para el éxito de la intervención educativa.
  - El rechazo hacia el aprendizaje exclusivamente teórico confirma la necesidad de implementar estrategias didácticas activas que promuevan la participación del estudiante y la aplicación del conocimiento.
  - En este sentido, las prácticas de laboratorio no solo responden a una necesidad pedagógica, sino también a una expectativa manifiesta por parte de los estudiantes, lo que incrementa la probabilidad de generar aprendizajes significativos. Estos resultados son especialmente relevantes, ya que indican que el problema de aprendizaje identificado en la asignatura no se relaciona con la falta de interés o motivación del estudiante, sino con la metodología de enseñanza empleada.
- En cuanto a la sección D, para la pregunta 17, los resultados muestran que el 55,2% de los estudiantes seleccionó la opción correcta (obtener una muestra representativa del área de estudio), lo cual indica que más de la mitad posee una comprensión básica adecuada sobre el propósito del muestreo de suelo.

Gráfica N° 9. Distribución de respuestas sobre el conocimiento del objetivo del muestreo de suelo



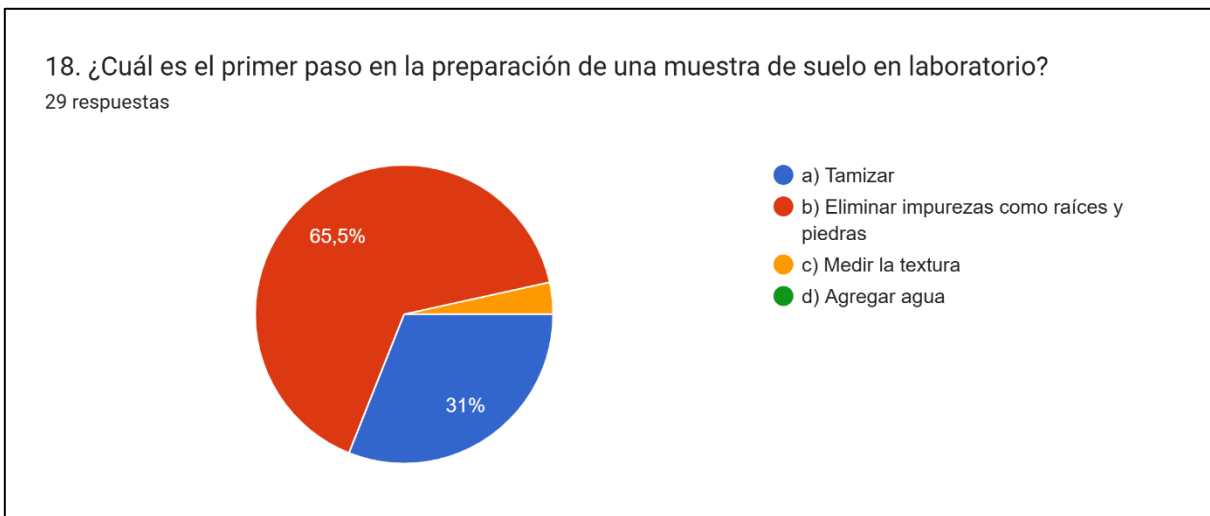
Se observa que un 44,8% de los estudiantes eligió respuestas incorrectas, distribuidas entre opciones conceptualmente erróneas como tomar una muestra de cualquier punto (17,2%) o asociar el muestreo con procesos posteriores como medición de pH o secado (13,8% cada una). Esto refleja confusión entre las etapas del proceso de análisis de suelos, particularmente entre muestreo, preparación y análisis.

En términos interpretativos, estos resultados sugieren que, aunque existe una base conceptual inicial en una parte del grupo, una proporción considerable de estudiantes presenta vacíos en la comprensión del procedimiento técnico del muestreo, lo que justifica la implementación de prácticas de laboratorio orientadas a fortalecer este conocimiento desde un enfoque aplicado.

Para la pregunta 18, los resultados muestran que el **65,5% de los estudiantes identificó correctamente** que el primer paso en la preparación de una muestra de suelo es la eliminación de impurezas como raíces y piedras, lo que evidencia un nivel

aceptable de conocimiento inicial sobre el procedimiento básico de laboratorio.

*Gráfica N° 10. Distribución de respuestas sobre el conocimiento del primer paso en la preparación de una muestra de suelo*

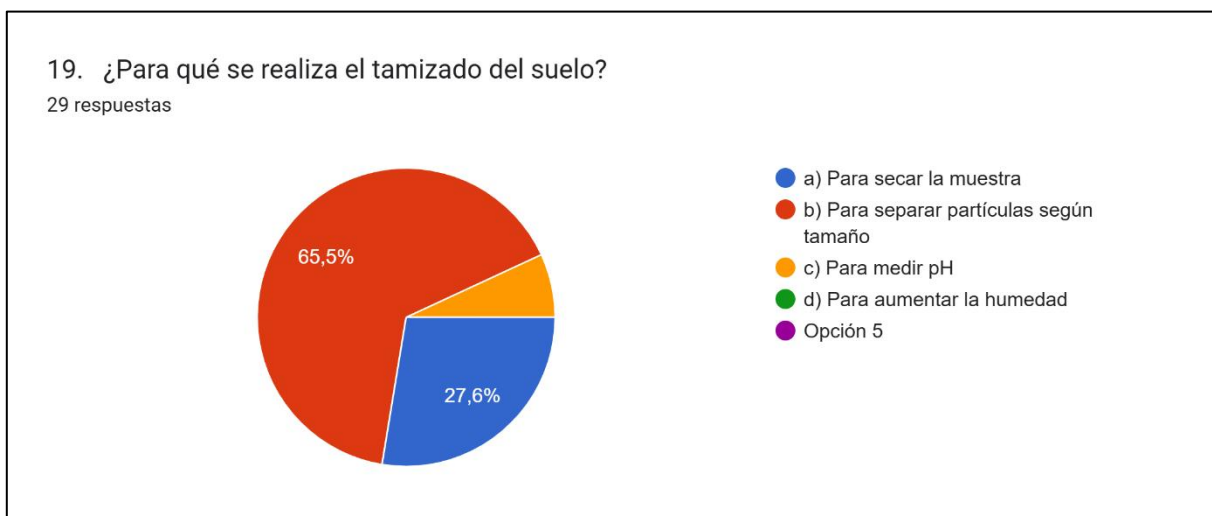


El 31% de los estudiantes seleccionó la opción “tamizar”, lo cual indica una confusión en la secuencia del proceso, ya que este corresponde a una etapa posterior dentro de la preparación de la muestra. Un porcentaje mínimo eligió opciones claramente incorrectas como medir la textura o agregar agua.

En términos generales, aunque predomina el reconocimiento correcto del procedimiento, los resultados reflejan que una proporción significativa de estudiantes no domina completamente el orden lógico de las etapas del análisis de suelos, lo que refuerza la necesidad de fortalecer el aprendizaje práctico mediante actividades de laboratorio estructuradas.

En cuanto a la pregunta 19, el análisis permitió identificar que el **65,5% de los estudiantes seleccionó correctamente** que el tamizado del suelo se realiza para separar partículas según su tamaño, lo que indica un nivel adecuado de comprensión inicial sobre esta etapa del análisis de laboratorio.

Gráfica N° 11. Distribución de respuestas sobre el propósito del tamizado del suelo



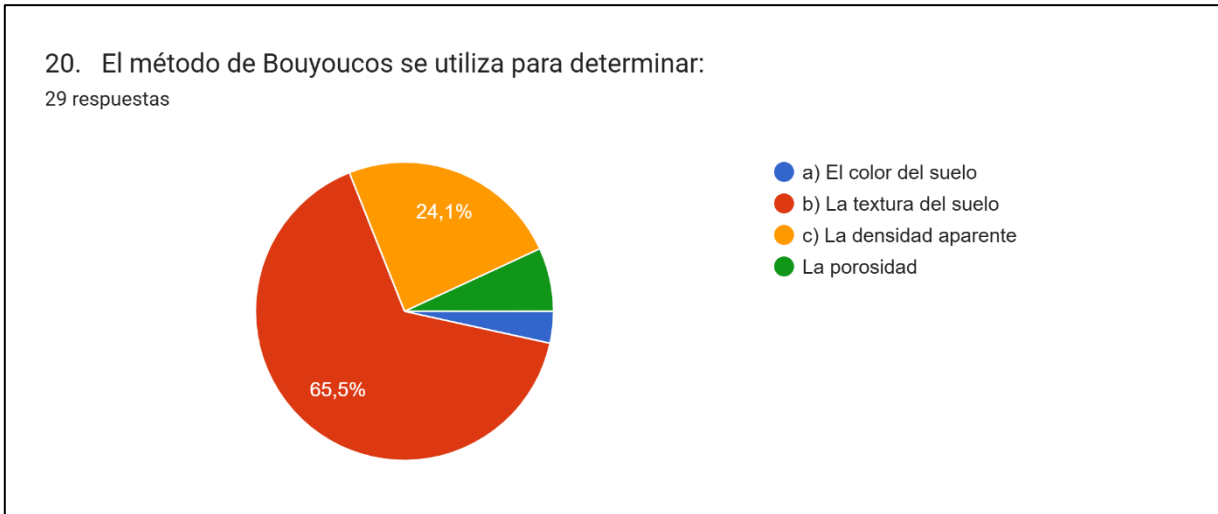
El 27,6% de los estudiantes asoció incorrectamente el tamizado con el secado de la muestra, lo que revela una confusión entre procesos distintos dentro del manejo de muestras de suelo. Un 6,9% lo relacionó con la medición del pH, evidenciando desconocimiento sobre la función específica de esta técnica.

En términos generales, aunque predomina la respuesta correcta, los resultados muestran que una proporción importante de estudiantes aún presenta imprecisiones conceptuales sobre los procedimientos de laboratorio, particularmente en la diferenciación de las etapas del análisis físico del suelo, lo que justifica el fortalecimiento del aprendizaje práctico.

En cuanto a la pregunta 20, el resultado muestra que la mayoría, con un 65,5 %, respondió correctamente, lo que refleja un dominio aceptable de la técnica. Sin embargo, un 24,1 % lo confundió con la densidad aparente, mientras que un 6,9 % lo relacionó con la porosidad y un 3,4 % con el color del suelo. Estos porcentajes de error ponen de manifiesto que aún existe cierta confusión entre las distintas propiedades físicas del suelo, lo cual sugiere la necesidad de reforzar la enseñanza y

la diferenciación conceptual en este ámbito.

Gráfica N° 12. Conocimiento sobre el método de Bouyoucos en el análisis de suelos



En el caso de la pregunta 21, el 93,1 % respondió correctamente que la textura depende del tamaño de las partículas (arena, limo y arcilla), mientras que un 6,9 % la confundió con el contenido de agua. Ningún participante la relacionó con el color ni con la cantidad de raíces.

Gráfica N° 13. Determinación de la textura del suelo según el tamaño de las partículas



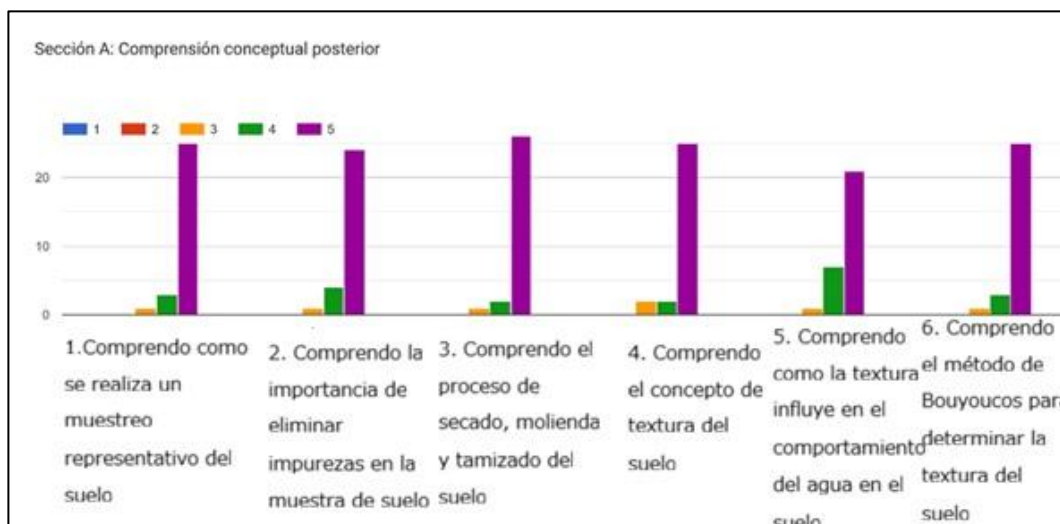
Estos resultados reflejan un conocimiento sólido en la mayoría, aunque aún persiste una pequeña confusión que podría abordarse mediante una mejor explicación de las diferencias entre propiedades físicas del suelo.

### Resultados del Postest

A continuación, se presentan los resultados correspondientes al postest, organizados según las secciones del instrumento.

#### Sección A- Comprensión conceptual posterior

*Gráfica N° 14. Distribución de respuestas sobre la comprensión conceptual de las propiedades físicas del suelo*



Los datos reflejan una alta concentración de respuestas en la categoría 5 (totalmente de acuerdo), lo que indica un elevado nivel de comprensión conceptual alcanzado tras la implementación de las prácticas de laboratorio.

En particular, se observa que la mayoría de los estudiantes manifiesta comprender adecuadamente aspectos clave como el muestreo representativo del suelo, la eliminación de impurezas, el proceso de preparación de muestras (secado, molienda y tamizado), así como el concepto de textura del suelo y su influencia en el

comportamiento del agua. Del mismo modo, destaca una alta valoración en la comprensión del método de Bouyoucos, lo cual refleja la apropiación de contenidos técnicos específicos.

Adicionalmente, la baja presencia de respuestas en las categorías inferiores (1, 2 y 3) refuerza la evidencia de que los vacíos conceptuales identificados en el pretest fueron significativamente reducidos.

Estos resultados permiten inferir que, previo a la intervención didáctica, los estudiantes presentaban una comprensión parcial y fragmentada de los contenidos evaluados.

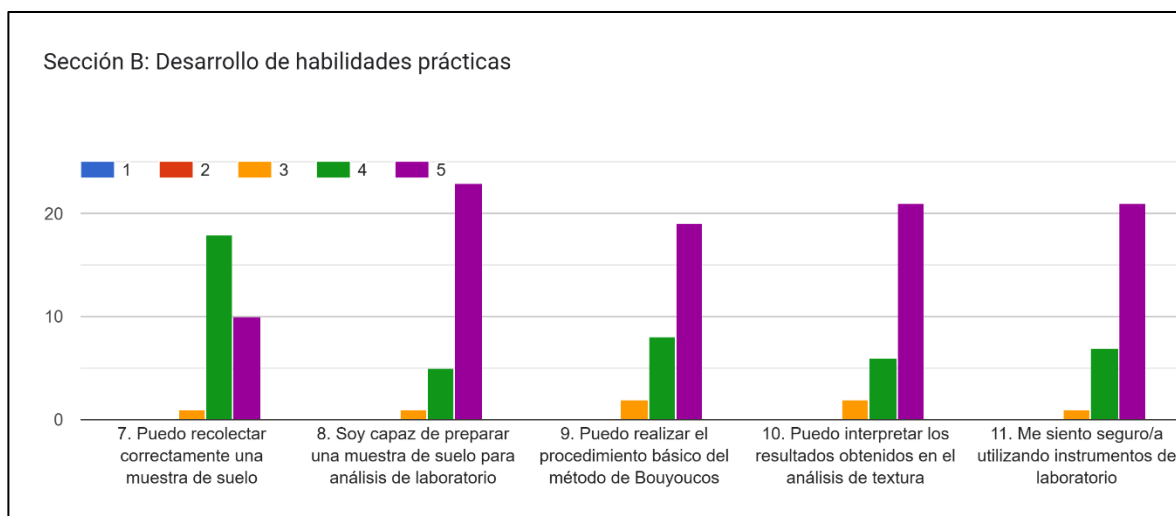
### **Sección B: Desarrollo de habilidades prácticas**

Los resultados muestran una clara predominancia de respuestas en la categoría 5 (totalmente de acuerdo) en todos los ítems, lo que evidencia un alto nivel de desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes tras la implementación de las prácticas de laboratorio.

En particular, se observa que los estudiantes manifiestan sentirse capaces de ejecutar procedimientos fundamentales como la recolección de muestras de suelo, la preparación de muestras para análisis, la aplicación del método de Bouyoucos y la interpretación de resultados de textura. Además, destaca un alto nivel de seguridad en el uso de instrumentos de laboratorio, lo que refleja no solo adquisición de conocimientos, sino también **confianza operativa en el entorno práctico**.

*Gráfica N° 15. Distribución de respuestas sobre el desarrollo de habilidades prácticas*

*en el análisis de suelos*



En algunos ítems aún se presentan respuestas en la categoría 4 (de acuerdo), estas siguen reforzando una tendencia positiva, indicando que la mayoría de los estudiantes alcanzó niveles satisfactorios de dominio procedimental. La presencia de algunas respuestas en la categoría 4 (de acuerdo) resulta coherente, considerando que ciertos procedimientos, como la recolección de muestras de suelo, requieren planificación previa y cumplimiento de criterios técnicos específicos.

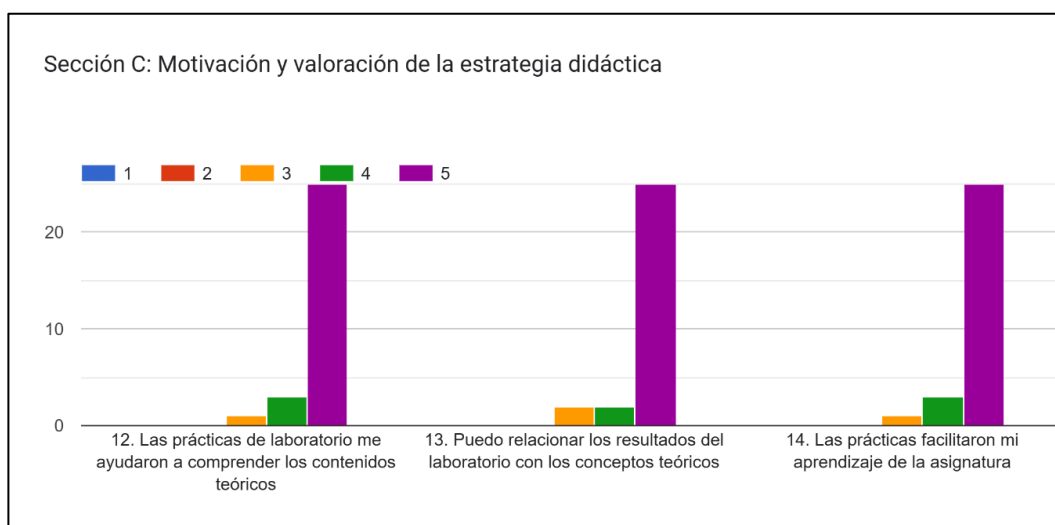
En términos generales, estos resultados permiten afirmar que la estrategia didáctica basada en prácticas de laboratorio no solo fortaleció la comprensión conceptual, sino que también favoreció significativamente el desarrollo de competencias prácticas, aspecto fundamental en la formación en ciencias agropecuarias.

### **Sección C: Motivación y valoración de la estrategia didáctica**

Los resultados muestran una alta concentración de respuestas en la categoría 5 (totalmente de acuerdo) en los tres ítems evaluados, lo que evidencia una valoración altamente positiva de las prácticas de laboratorio como herramienta para integrar teoría y práctica.

En particular, los estudiantes reconocen que las prácticas les permitieron comprender mejor los contenidos teóricos, establecer relaciones entre los resultados obtenidos en laboratorio y los conceptos abordados en clase, así como facilitar su proceso de aprendizaje en la asignatura. La presencia de algunas respuestas en la categoría 4 (de acuerdo) refuerza esta tendencia, indicando que la percepción favorable es generalizada en el grupo.

*Gráfica N° 16. Distribución de respuestas sobre la articulación teoría–práctica en el aprendizaje de la edafología*



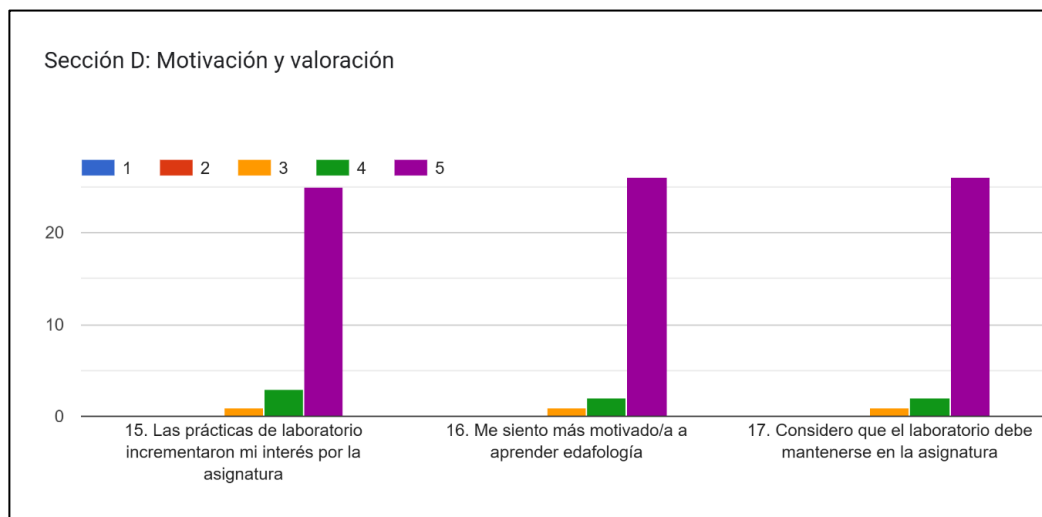
La escasa presencia de valoraciones negativas sugiere que la estrategia didáctica implementada favoreció la integración efectiva entre teoría y práctica.

En términos generales, estos resultados permiten afirmar que el uso del laboratorio no solo fortaleció la comprensión conceptual y procedimental, sino que también mejoró la integración cognitiva de los contenidos, aspecto clave en la enseñanza de las ciencias del suelo.

#### **Sección D: Motivación y Valoración**

Los resultados muestran una clara predominancia de respuestas en la categoría 5 (totalmente de acuerdo) en todos los ítems evaluados, lo que refleja un alto nivel de motivación y valoración positiva hacia las prácticas de laboratorio por parte de los estudiantes.

*Gráfica N° 17. Distribución de respuestas sobre la motivación y valoración del laboratorio como estrategia didáctica*



En particular, la mayoría de los participantes reconoce que las prácticas incrementaron su interés por la asignatura, fortalecieron su motivación para aprender edafología y consideran que el laboratorio debe mantenerse como parte fundamental del proceso formativo. La presencia de algunas respuestas en la categoría 4 (de acuerdo) complementa esta tendencia, indicando una percepción favorable generalizada.

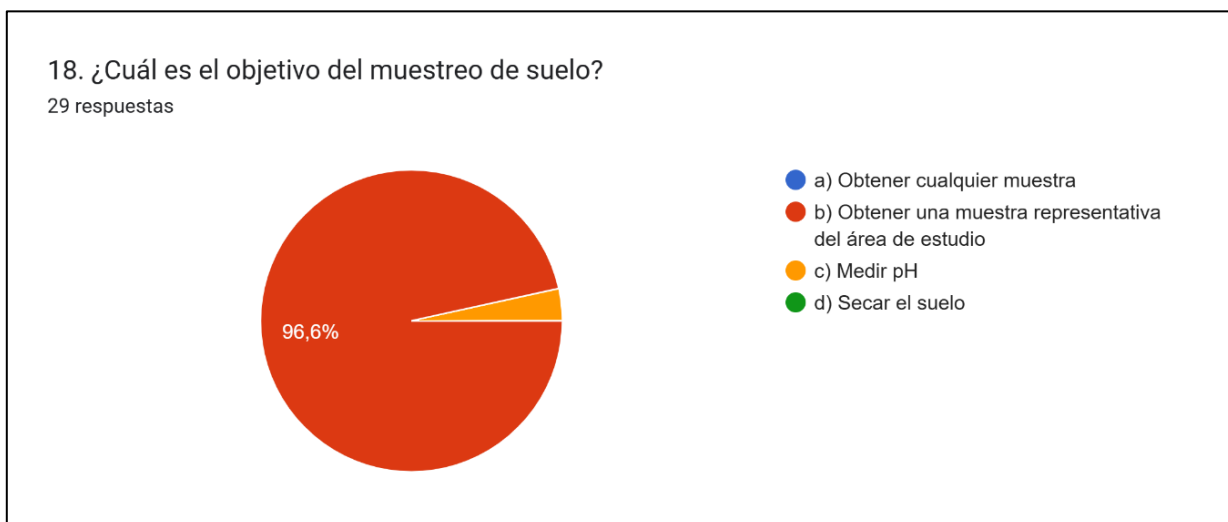
La ausencia o mínima presencia de valoraciones negativas sugiere que la estrategia didáctica implementada no solo fue efectiva en términos cognitivos y procedimentales, sino también en el componente actitudinal del aprendizaje, aspecto clave para el compromiso académico.

Las prácticas de laboratorio generaron un impacto positivo notable en la motivación estudiantil, consolidándose como una herramienta pedagógica esencial en la enseñanza de la edafología.

### **Sección E: evaluación objetiva de conocimientos**

Los resultados muestran que el 96,6% de los estudiantes seleccionó la respuesta correcta, identificando que el objetivo del muestreo de suelo es obtener una muestra representativa del área de estudio, lo que evidencia un alto nivel de dominio conceptual sobre este procedimiento fundamental.

*Gráfica N° 18. Distribución de respuestas sobre el objetivo del muestreo de suelo*



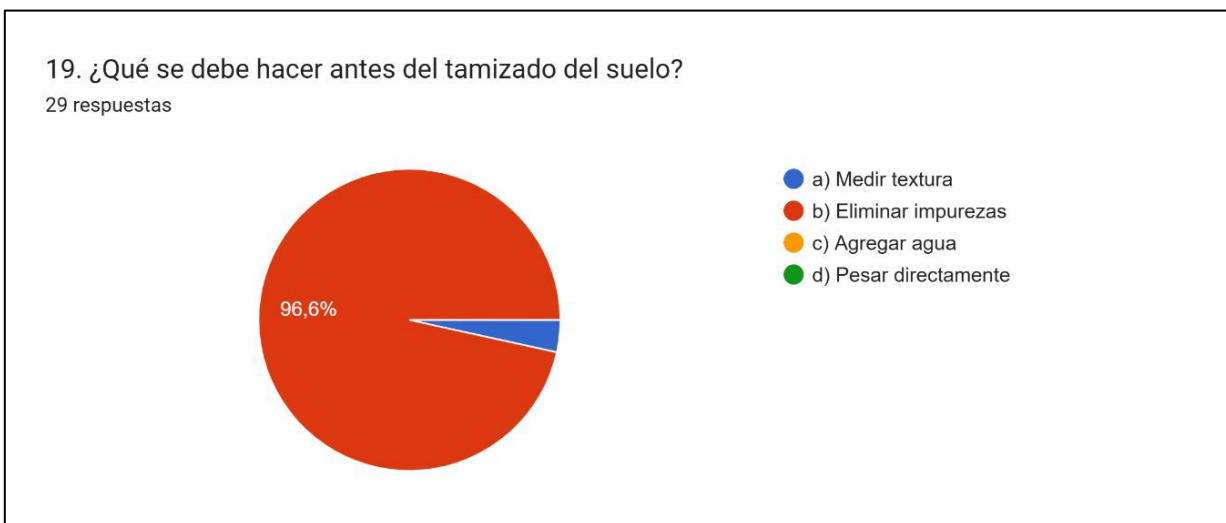
Únicamente un porcentaje mínimo de estudiantes eligió una opción incorrecta, lo que indica que los errores conceptuales observados en el pretest han sido prácticamente superados.

En términos comparativos, estos resultados reflejan una mejora significativa en la comprensión del concepto de muestreo de suelo, lo que puede atribuirse a la implementación de prácticas de laboratorio que permitieron a los estudiantes

experimentar directamente el proceso y comprender su importancia en el análisis de suelos.

En conjunto, se evidencia que la estrategia didáctica aplicada contribuyó de manera efectiva a la consolidación del aprendizaje, logrando que casi la totalidad del grupo alcance el conocimiento esperado.

*Gráfica N° 19. Distribución de respuestas sobre el proceso de tamizado del suelo*



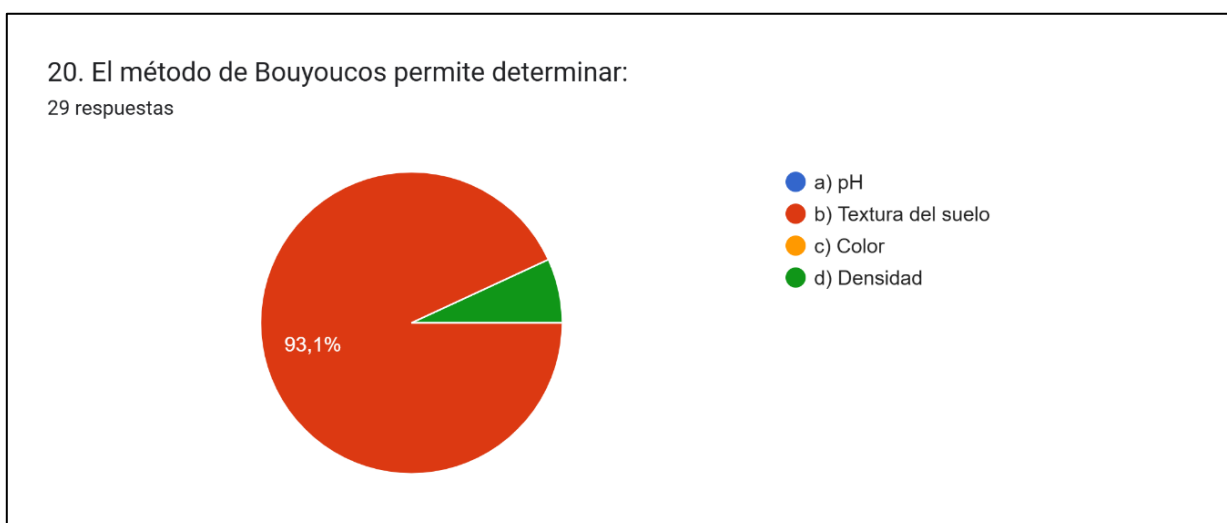
La gráfica N° 19 muestra predominio de una sola categoría reflejando una alta homogeneidad en el conocimiento práctico de los estudiantes respecto al procedimiento correcto. La baja dispersión de respuestas (varianza mínima) sugiere que existe claridad conceptual en la secuencia metodológica de preparación de muestras de suelo.

Este resultado puede interpretarse como un indicador positivo de la efectividad de la enseñanza en laboratorio, dado que la mayoría de los estudiantes identifican correctamente la acción previa al tamizado. Sin embargo, la presencia de un pequeño porcentaje que eligió “Medir textura” revela la necesidad de reforzar la

explicación sobre la **secuencia lógica de las operaciones** en el análisis de suelos, evitando confusiones entre etapas distintas del proceso.

La gráfica evidencia que los estudiantes comprenden mayoritariamente la importancia de **remover impurezas antes del tamizado**, lo cual garantiza la calidad y representatividad de la muestra. Este hallazgo respalda la pertinencia de los protocolos enseñados y sugiere que la instrucción ha sido efectiva, aunque conviene realizar aclaraciones adicionales para lograr uniformidad total en la comprensión.

*Gráfica N° 20. Conocimiento estudiantil sobre el método de Bouyoucos*



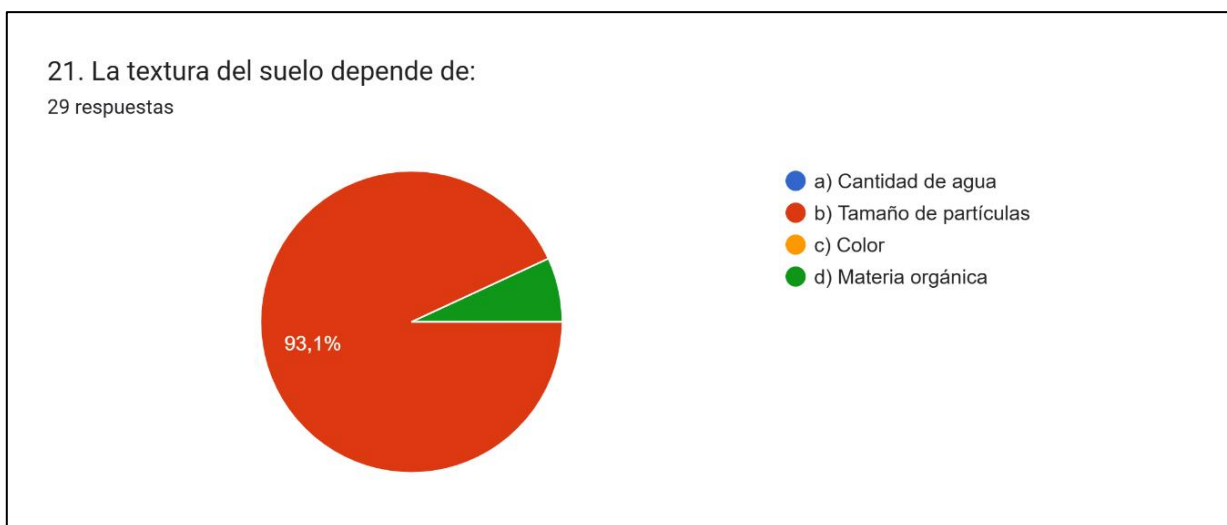
El predominio de la respuesta correcta muestra una alta concentración de aciertos y una baja dispersión en los datos. La varianza mínima confirma que la mayoría de los estudiantes poseen claridad conceptual sobre la aplicación del método de Bouyoucos. El pequeño porcentaje que eligió “Densidad” sugiere la existencia de un error conceptual aislado, posiblemente derivado de la asociación con otros métodos de análisis físico del suelo.

El resultado evidencia que la enseñanza ha sido efectiva en transmitir la finalidad del método de Bouyoucos, ya que la gran mayoría de los estudiantes lo relacionan

correctamente con la determinación de la textura del suelo. Sin embargo, la presencia de respuestas incorrectas, aunque mínimas, señala la necesidad de reforzar la diferenciación entre los métodos de análisis físico-químico, evitando que los estudiantes confundan parámetros como densidad o pH con la técnica de Bouyoucos.

La gráfica confirma que los estudiantes comprenden de manera sólida la utilidad del método de Bouyoucos, lo cual respalda la pertinencia de los contenidos impartidos en el curso. El hallazgo refuerza la importancia de la práctica de laboratorio como herramienta pedagógica para consolidar conocimientos técnicos en el análisis de suelos.

*Gráfica N° 21. Factores determinantes de la textura del suelo según percepción estudiantil*



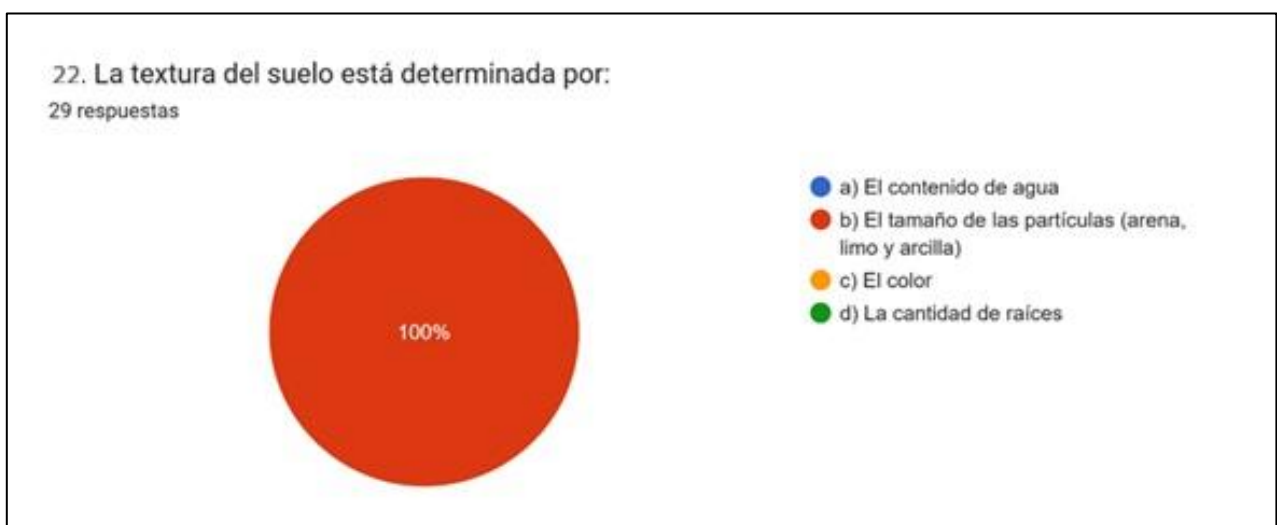
El predominio de la respuesta correcta muestra una alta concentración de aciertos y una mínima dispersión en los datos. La varianza reducida confirma que la mayoría de los estudiantes poseen claridad conceptual sobre el factor que determina la textura del suelo. El pequeño porcentaje que eligió “Materia orgánica” sugiere la

existencia de una confusión puntual, posiblemente asociada a la influencia de la materia orgánica en otras propiedades físicas del suelo, pero no en su textura.

El resultado evidencia que la enseñanza ha **sido** efectiva en transmitir el concepto de textura del suelo, ya que la gran mayoría de los estudiantes lo relacionan correctamente con el tamaño de las partículas. Sin embargo, la presencia de respuestas incorrectas, aunque mínimas, señala la necesidad de reforzar la diferenciación entre propiedades del suelo (textura, estructura, color, contenido de materia orgánica), evitando que los estudiantes confundan parámetros interrelacionados, pero distintos.

Con respecto a la gráfica N°22, esta refleja una unanimidad absoluta en las respuestas, lo cual es estadísticamente significativo porque elimina cualquier dispersión o varianza en los datos. Este nivel de consenso indica que los estudiantes poseen una comprensión sólida y homogénea sobre el concepto de textura del suelo.

*Gráfica N° 22. Distribución de respuestas relacionados al determinante principal de la textura del suelo*



La unanimidad en las respuestas evidencia que la enseñanza ha sido altamente efectiva en transmitir el principio fundamental de la textura del suelo. El hecho de que no existan respuestas incorrectas sugiere que los contenidos han sido asimilados de manera clara y precisa, lo que fortalece la confianza en la metodología pedagógica utilizada en el curso.

La encuesta posttest también incluyó dos preguntas abiertas con la finalidad de realizar un análisis cualitativo, centrado en identificar patrones de pensamiento, aprendizajes significativos y percepciones sobre la experiencia práctica.

Las preguntas realizadas fueron las siguientes:

23. ¿Qué fue lo más importante que aprendiste en las prácticas de laboratorio?

*Tabla 5. Categorías de respuestas estudiantiles sobre el aprendizaje de la textura del suelo en prácticas de laboratorio*

<b>Categoría</b>	<b>Ejemplos de respuestas</b>	<b>% aproximado</b>
Dominio técnico y metodológico	“¿Cómo se debe realizar cada método?”, “Seguir en orden el procedimiento”, “Uso de implementos”	40%
Comprensión conceptual de la textura del suelo	“La textura del suelo es una de las propiedades más relevantes”, “Me ayudó a entender el concepto de textura”	30%
Importancia del muestreo y planificación	“Aprendí la importancia de realizar un buen muestreo”, “La planificación para recolectar muestras”	20%
Valor educativo de la práctica	“Los laboratorios me ayudaron a comprender aspectos abstractos”, “La importancia de los cálculos”	10%

La pregunta N° 23 permitió obtener respuestas diversas que reflejan la comprensión conceptual y procedimental adquirida por los estudiantes durante las prácticas de

laboratorio. De las 29 respuestas recopiladas, se identifican cuatro categorías principales de aprendizaje:

**Dominio técnico y metodológico (≈ 40%)**

Los estudiantes destacan el aprendizaje sobre los métodos de análisis de suelo, la secuencia de trabajo en laboratorio y el uso adecuado de implementos. Esto evidencia una apropiación de las rutinas experimentales y una comprensión del rigor técnico necesario para obtener resultados confiables.

**Comprensión conceptual de la textura del suelo (≈ 30%)**

Una proporción considerable de respuestas enfatiza la importancia de la textura del suelo como propiedad fundamental, vinculándola con otras características como la estructura, retención de agua y nutrientes. Este grupo muestra una transferencia de conocimiento teórico a la práctica, lo que sugiere un aprendizaje significativo.

**Importancia del muestreo y la planificación (≈ 20%)**

Algunos estudiantes resaltan la planificación del muestreo y la necesidad de garantizar la representatividad de las muestras. Este enfoque revela una comprensión más amplia del proceso de investigación y de la relación entre campo y laboratorio.

**Reflexión sobre el valor educativo de la práctica (≈ 10%)**

Un grupo menor menciona la relevancia de las prácticas para comprender conceptos abstractos y la aplicación de fórmulas y cálculos, lo que indica una valoración positiva del aprendizaje experiencial como complemento de la teoría.

El análisis muestra que las prácticas de laboratorio favorecen un aprendizaje activo y significativo, donde los estudiantes integran conocimientos teóricos, habilidades

técnicas y reflexión sobre el proceso científico. La predominancia de respuestas relacionadas con la textura del suelo confirma que el objetivo formativo del módulo fue alcanzado.

Además, la presencia de comentarios sobre planificación y muestreo sugiere una madurez cognitiva creciente, al reconocer la importancia del diseño experimental y la calidad de los datos.

24. ¿Qué aspectos mejorarías en las prácticas de laboratorio?

*Tabla 6. Aspectos de mejora señalados por los estudiantes en las prácticas de laboratorio*

<b>Categoría</b>	<b>Ejemplos de respuestas</b>	<b>% aproximado</b>
Infraestructura y espacio físico	“Laboratorios más grandes y modernos”, “Mayor cantidad de equipos”	35%
Tiempo y horario de las prácticas	“Más tiempo de laboratorio”, “El horario fue muy tarde”	25%
Número de estudiantes por laboratorio	“No más de 15 estudiantes por salón”, “Menos estudiantes para concentrarse mejor”	20%
Valoración académica del laboratorio	“Mayor porcentaje en la nota final”	10%
Integración teoría–práctica y campo	“Vincular el muestreo con práctica de campo”	10%

Con relación a la pregunta N° 24, de las 29 respuestas recopiladas, se identifican cinco categorías principales de mejora:

**Infraestructura y espacio físico (≈ 35%)**

Varias respuestas señalan la necesidad de laboratorios más grandes, modernos y equipados. Se menciona la insuficiencia de espacio y la falta de equipos como pesas, morteros y tamices, lo que limita la comodidad y la eficiencia del trabajo.

### **Tiempo y horario de las prácticas (≈ 25%)**

Un grupo importante de estudiantes solicita más tiempo de laboratorio y horarios más adecuados, evitando sesiones demasiado tardes en la noche. Esto refleja la necesidad de ajustar la planificación para favorecer la concentración y el aprendizaje.

### **Número de estudiantes por laboratorio (≈ 20%)**

Se recomienda reducir la cantidad de participantes por sesión (máximo 15 estudiantes), con el fin de mejorar la atención individual, la organización y la comprensión de los procedimientos.

### **Valoración académica del laboratorio (≈ 10%)**

Algunos estudiantes sugieren aumentar el peso porcentual de las prácticas en la nota final, reconociendo su importancia para la formación profesional y la comprensión de conceptos.

### **Integración teoría–práctica y campo (≈ 10%)**

Se destaca la necesidad de vincular las prácticas de laboratorio con actividades de campo, especialmente en el muestreo de suelos, para reforzar la aplicación práctica de la teoría.

El análisis muestra que los estudiantes valoran positivamente las prácticas, pero identifican limitaciones relacionadas con recursos materiales, tiempo y organización.

La insistencia en más espacio y equipos refleja una demanda por condiciones que favorezcan el aprendizaje colaborativo y la precisión experimental.

La solicitud de mayor tiempo y mejor horario evidencia que el factor temporal influye directamente en la calidad del aprendizaje. La propuesta de reducir el número de

estudiantes por laboratorio apunta a la necesidad de grupos más pequeños y personalizados, lo que coincide con buenas prácticas pedagógicas en educación superior.

Los resultados sugieren que, aunque las prácticas cumplen su función formativa, existen áreas de mejora que podrían potenciar su impacto: infraestructura adecuada, mayor tiempo de práctica, grupos reducidos y mejor valoración académica. Estas recomendaciones son coherentes con los principios de calidad en la enseñanza universitaria y aportan insumos valiosos para la planificación institucional.

#### **4.2.1 Análisis comparativo pretest–postest**

El análisis comparativo entre los resultados del pretest y el postest permite evaluar de manera integral el impacto de la estrategia didáctica basada en prácticas de laboratorio en la enseñanza de la Edafología General.

##### **Comprensión conceptual:**

En el pretest, los estudiantes mostraron un dominio parcial, con medias moderadas en los ítems relacionados con propiedades físicas del suelo. En contraste, el postest evidenció una marcada homogeneidad en las respuestas, con predominio de valoraciones altas. La media general pasó de 3.16 en el pretest a 4.80 en el postest, reflejando una mejora sustancial en la comprensión conceptual.

La ganancia normalizada (*g*) se calculó mediante la fórmula:

$$g = \frac{Post - Pre}{5 - Pre}$$

El valor obtenido fue de **g = 0.89**, lo que indica una **ganancia alta** en el aprendizaje conceptual. La prueba *t* para muestras relacionadas confirmó diferencias

estadísticamente significativas ( $t = 9.97$ ;  $p < 0.001$ ).

### **Conocimiento procedimental:**

En el pretest, las medias reflejaban una comprensión inicial limitada de procesos como la recolección y preparación de muestras. En el posttest, la media aumentó de **3.02** a **4.60**, mostrando un dominio considerablemente mayor en la ejecución de técnicas y uso de instrumentos.

El tamaño del efecto (Cohen's  $d$ ) se calculó mediante la fórmula:

$$d = \frac{M_{post} - M_{pre}}{SD_{pooled}}$$

donde  $M_{post}$  representa la media posterior,  $M_{pre}$  la media inicial y  $SD_{pooled}$  la desviación estándar combinada de ambos momentos de medición.

El valor obtenido fue de  $d = 2.03$ , lo que corresponde a un **efecto grande**, confirmando que la práctica experimental cerró de manera importante la brecha entre teoría y aplicación.

Las fórmulas aplicadas se basan en Hake (1998), Cohen (1988) y los procedimientos estándar de comparación de medias para muestras relacionadas.

### **Motivación y percepción:**

El pretest ya reflejaba una actitud favorable hacia el laboratorio, con una media de 4.41. Sin embargo, el posttest consolidó esta tendencia, alcanzando una media de 4.83. La diferencia observada fue de +0.42 puntos, y el análisis estadístico mostró significancia ( $t = 2.63$ ;  $p = 0.014$ ).

Esto confirma que las prácticas no solo facilitaron la comprensión, sino que también incrementaron el interés y compromiso de los estudiantes.

## Resultados objetivos

Las preguntas de selección múltiple mostraron mejoras claras:

- Objetivo del muestreo: de 55.2% a 96.6% (+41.4%).
- Preparación de muestra: de 65.5% a 96.6% (+31.1%).
- Método de Bouyoucos: de 65.5% a 93.1% (+27.6%).
- Textura del suelo: de 65.5% a 93.1% (+27.6%).
- Ítem final de textura: de 93.1% a 100% (+6.9%).

En la mayoría de los casos, la prueba de chi-cuadrado confirmó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

Desde una perspectiva global, los resultados comparativos permiten afirmar que la implementación de prácticas de laboratorio generó mejoras sustanciales en las dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal evaluadas. La reducción de la dispersión en las respuestas, el incremento en los niveles de dominio y la alta consistencia en los resultados del postest constituyen indicadores claros de la efectividad de la estrategia didáctica aplicada.

Las fórmulas utilizadas como ganancia normalizada de Hake, tamaño del efecto de Cohen, prueba t para muestras relacionadas y chi-cuadrado sustentan estadísticamente la conclusión de que el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio no solo mejora la comprensión de contenidos complejos, sino que también fortalece habilidades técnicas y promueve una actitud más activa y comprometida en el proceso de aprendizaje.

### 4.3 Prueba de hipótesis

Con el propósito de validar los resultados obtenidos en la investigación, se procedió

a la contrastación de la hipótesis general y las hipótesis específicas planteadas, a partir del análisis de los datos recolectados mediante los instrumentos aplicados antes y después de la implementación de la estrategia didáctica basada en prácticas de laboratorio.

La comprobación de las hipótesis se realizó mediante un análisis descriptivo comparativo entre los resultados del pretest y el posttest, considerando las dimensiones de comprensión conceptual, desarrollo de habilidades prácticas y motivación estudiantil, en correspondencia con los objetivos de la investigación.

### **Contrastación de la hipótesis general**

Hipótesis general:

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio influye significativamente en la comprensión de las propiedades físicas del suelo en estudiantes de la asignatura Edafología General.

Se observa una mejora significativa en el nivel de comprensión de los estudiantes, reflejada en la consolidación de conocimientos conceptuales, el desarrollo de habilidades prácticas y el fortalecimiento de la motivación académica, tal como se observa en el análisis comparativo entre el pretest y el posttest.

Con base en los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis general, al evidenciarse una influencia positiva de las prácticas de laboratorio en el proceso de aprendizaje.

### **Contrastación de la hipótesis específica 1: Comprensión conceptual**

**H<sub>0</sub>:**

El nivel de comprensión de las propiedades físicas del suelo no es significativamente mayor después de la implementación del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio.

**H<sub>1</sub>:**

El nivel de comprensión de las propiedades físicas del suelo es significativamente mayor después de la implementación del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio.

Los resultados del análisis comparativo evidencian una transición desde niveles de comprensión intermedios y dispersos en el pretest hacia niveles altos y homogéneos en el postest, con predominio de respuestas en la categoría “totalmente de acuerdo” y un incremento significativo en las respuestas correctas en la evaluación objetiva.

En consecuencia, se **rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>)** y se **acepta la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)**, confirmando que las prácticas de laboratorio mejoraron significativamente la comprensión conceptual de las propiedades físicas del suelo.

### **Contrastación de la hipótesis específica 2: Habilidades prácticas**

H<sub>0</sub>:

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio no mejora significativamente el desarrollo de habilidades prácticas para la medición y análisis de las propiedades físicas del suelo.

H<sub>1</sub>:

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio mejora significativamente el desarrollo de habilidades prácticas para la medición y análisis de las propiedades físicas del suelo.

Los resultados del postest evidencian un alto nivel de dominio en la ejecución de procedimientos técnicos, incluyendo el muestreo de suelo, la preparación de muestras y la aplicación del método de Bouyoucos, así como una mayor seguridad en el uso de instrumentos de laboratorio.

Estos hallazgos contrastan con los resultados del pretest, donde se identificaban limitaciones en el conocimiento procedimental y en la secuencia de los procesos.

Por tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), concluyendo que la estrategia didáctica implementada mejoró significativamente las habilidades prácticas de los estudiantes.

### **Contrastación de la hipótesis específica 3: Motivación estudiantil**

$H_0$ :

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio no incrementa la motivación de los estudiantes hacia el estudio de las propiedades físicas del suelo.

$H_1$ :

El aprendizaje basado en prácticas de laboratorio incrementa la motivación de los estudiantes hacia el estudio de las propiedades físicas del suelo.

Los resultados evidencian que, aunque en el pretest ya existía una actitud favorable hacia el uso del laboratorio, en el postest se consolida una alta valoración de las prácticas, con predominio de respuestas en la categoría “totalmente de acuerdo” en todos los ítems relacionados con motivación, interés y valoración de la asignatura.

Los estudiantes manifiestan una preferencia clara por metodologías activas y un incremento en su interés por el aprendizaje de la edafología.

En función de estos resultados, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), confirmando que el uso de prácticas de laboratorio incrementa significativamente la motivación estudiantil.

En términos generales, los resultados de la investigación permiten afirmar que la estrategia didáctica basada en prácticas de laboratorio **es efectiva en las tres dimensiones evaluadas: conceptual, procedimental y actitudinal**, lo que respalda su implementación como herramienta fundamental en la enseñanza de la edafología.

#### **4.4 Conclusiones**

A partir del análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la presente investigación, se establecen las siguientes conclusiones:

1. Los resultados evidenciaron que el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio influye de manera significativa en la comprensión de las propiedades físicas del suelo en los estudiantes de la asignatura Edafología General. La comparación entre los resultados del pretest y el posttest evidenció una mejora sustancial en el nivel de conocimiento, pasando de una comprensión parcial y heterogénea a un dominio más sólido y uniforme.
2. En relación con la comprensión conceptual, se concluye que las prácticas de laboratorio permiten consolidar conocimientos que, cuando son abordados únicamente desde la teoría, tienden a ser comprendidos de forma superficial. La experiencia práctica facilitó la apropiación de conceptos como textura del suelo,

muestreo y análisis físico, reduciendo significativamente los vacíos conceptuales identificados inicialmente.

3. En cuanto al desarrollo de habilidades prácticas, se determinó que la implementación de actividades de laboratorio favorece la adquisición de competencias técnicas fundamentales, tales como la recolección de muestras, la preparación del suelo y la aplicación de métodos de análisis como el de Bouyoucos. Los estudiantes demostraron mayor seguridad en el uso de instrumentos y en la ejecución de procedimientos.

4. Respecto a la motivación estudiantil, se concluye que el uso del laboratorio como estrategia didáctica incrementa el interés, la participación y la actitud positiva hacia el aprendizaje de la edafología. Los estudiantes manifestaron una clara preferencia por metodologías activas frente a enfoques exclusivamente teóricos.

5. Desde la perspectiva docente, se evidenció un consenso en torno a la importancia del laboratorio como herramienta pedagógica clave en la enseñanza de las ciencias del suelo. Sin embargo, también se identificaron limitaciones relacionadas con la planificación didáctica, la infraestructura y la disponibilidad de recursos, las cuales pueden afectar la efectividad de su implementación.

6. La investigación permitió confirmar que el aprendizaje significativo en edafología requiere una adecuada articulación entre teoría y práctica. En este sentido, las prácticas de laboratorio no deben considerarse un complemento, sino un componente esencial dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

7. Finalmente, se concluye que la estrategia didáctica implementada no solo mejora el rendimiento académico, sino que también contribuye a la formación integral

del estudiante, al desarrollar competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales necesarias para su desempeño profesional en el área agropecuaria.

#### **4.5 Recomendaciones**

1. Se recomienda fortalecer la incorporación de prácticas de laboratorio como estrategia didáctica dentro de la asignatura Edafología General, asegurando su integración sistemática en la planificación académica.
2. Es necesario mejorar la articulación entre los contenidos teóricos y las actividades prácticas, mediante el uso de guías didácticas estructuradas, preguntas orientadoras y espacios de análisis posterior que favorezcan el aprendizaje significativo.
3. Se sugiere ampliar la cantidad y diversidad de prácticas de laboratorio, incorporando actividades que aborden diferentes propiedades físicas del suelo y sus aplicaciones en contextos agropecuarios y otros ámbitos de aplicación, como obras civiles, ordenamiento territorial y estudios ambientales.
4. Se recomienda a la institución fortalecer la infraestructura de los laboratorios, mediante la adquisición de equipos, materiales y la adecuación de los espacios físicos, con el fin de mejorar las condiciones de aprendizaje.
5. Es conveniente reducir la cantidad de estudiantes por sesión de laboratorio o, en su defecto, aumentar el número de grupos, para garantizar una atención más personalizada y una mejor ejecución de las actividades prácticas.
6. Se recomienda ajustar la planificación del tiempo destinado a las prácticas de laboratorio, asegurando que estas se desarrollen en condiciones adecuadas que favorezcan la concentración y el aprendizaje.
7. Se sugiere capacitar a los docentes en el diseño e implementación de estrategias

didácticas activas, orientadas a fortalecer la integración teoría–práctica y el uso efectivo del laboratorio.

8. Finalmente, se recomienda extender el enfoque de aprendizaje basado en prácticas de laboratorio a otras asignaturas del área agropecuaria, con el objetivo de fortalecer la formación práctica de los estudiantes y mejorar su preparación para el campo profesional.

## **Capítulo 5. Propuesta pedagógica**

## 5.1 Introducción

La enseñanza de la Edafología General constituye un componente esencial en la formación de profesionales de las ciencias agropecuarias, debido a que permite comprender las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como su relación con la productividad agrícola, la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, diversas investigaciones señalan que los contenidos relacionados con el estudio del suelo suelen presentar dificultades de comprensión cuando son abordados exclusivamente desde enfoques teóricos, especialmente aquellos temas que requieren observación directa, manipulación de muestras e interpretación de resultados experimentales.

En este sentido, el aprendizaje experiencial propuesto por Kolb (1984) sostiene que el conocimiento se construye mediante la transformación de la experiencia, integrando cuatro etapas: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Este enfoque resulta especialmente pertinente para asignaturas con alto contenido práctico, como la Edafología, donde el laboratorio constituye un espacio privilegiado para vincular teoría y aplicación.

Investigaciones recientes en educación agrícola destacan que el aprendizaje práctico no debe limitarse al “hacer”, sino que requiere planificación pedagógica, reflexión guiada y evaluación estructurada para generar aprendizajes significativos (Knobloch & Smith, 2024).

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidenciaron mejoras significativas en la comprensión conceptual, desarrollo de habilidades prácticas y

motivación estudiantil después de la implementación de prácticas de laboratorio, lo que confirma la necesidad de fortalecer metodologías activas dentro de la asignatura.

En función de ello, se presenta la siguiente propuesta pedagógica orientada al diseño de una guía metodológica de laboratorio para la enseñanza de las propiedades físicas y químicas del suelo impartidas en la asignatura Edafología General de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá. La propuesta busca articular los contenidos teóricos con experiencias prácticas estructuradas, promoviendo un aprendizaje significativo, contextualizado y aplicable al futuro desempeño profesional del estudiante.

## **5.2 Fundamentación pedagógica de la propuesta**

La presente propuesta pedagógica se sustenta en enfoques contemporáneos de enseñanza-aprendizaje que reconocen al estudiante como protagonista activo en la construcción del conocimiento, especialmente en contextos donde la comprensión de los contenidos requiere observación, experimentación y aplicación práctica, como ocurre en la asignatura de Edafología General.

Uno de los fundamentos teóricos centrales de la presente propuesta es el enfoque constructivista, el cual plantea que el aprendizaje ocurre cuando el estudiante relaciona nuevos conocimientos con experiencias previas y construye significados mediante la interacción con su entorno. Según Piaget (1972), el conocimiento no se transmite de manera pasiva, sino que se reorganiza cognitivamente mediante procesos de asimilación y acomodación. En el caso de la Edafología, esto implica que conceptos como textura, estructura, densidad aparente, pH o porosidad del

suelo se comprenden con mayor profundidad cuando el estudiante manipula muestras reales y observa directamente los fenómenos estudiados.

De igual manera, la propuesta incorpora elementos del **aprendizaje significativo** de Ausubel (1968), quien sostiene que el nuevo conocimiento adquiere valor cuando puede relacionarse de manera sustancial con la estructura cognitiva previa del estudiante. En este sentido, las prácticas de laboratorio facilitan que los contenidos teóricos abordados en clase dejen de ser abstractos y se conviertan en experiencias concretas, favoreciendo una mayor retención y comprensión de los conceptos científicos.

De igual modo, se incorpora el modelo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984), según el cual el aprendizaje se desarrolla mediante un ciclo compuesto por experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Este enfoque resulta altamente pertinente para la enseñanza de las ciencias del suelo, ya que permite que el estudiante ejecute procedimientos como muestreo, secado, tamizado, determinación de textura o medición de pH, reflexione sobre los resultados obtenidos y relacione dichos hallazgos con la teoría. Desde la perspectiva metodológica, la propuesta también se fundamenta en el **aprendizaje activo**, entendido como aquel que promueve la participación directa del estudiante en tareas de análisis, resolución de problemas y toma de decisiones. Freeman et al. (2014), mediante un metaanálisis aplicado a la educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), concluyeron que las metodologías activas mejoran significativamente el rendimiento académico en comparación con la enseñanza tradicional basada en clases expositivas. Esto respalda la pertinencia de

sustituir modelos centrados exclusivamente en la cátedra magistral por experiencias prácticas guiadas.

En el ámbito específico de la educación agropecuaria, la enseñanza práctica cobra especial relevancia debido a que el futuro profesional requiere competencias técnicas aplicables en campo, laboratorio, asistencia técnica y gestión productiva. Por ello, la integración entre teoría y práctica no constituye un complemento opcional, sino una necesidad formativa esencial.

En consecuencia, la presente propuesta pedagógica concibe el laboratorio como un espacio didáctico estratégico donde el estudiante desarrolla competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales. A través de actividades estructuradas, guías metodológicas y evaluación formativa, se busca fortalecer el aprendizaje de las propiedades físicas y químicas del suelo, elevando la calidad del proceso educativo en la asignatura de Edafología General.

### **5.3 Justificación**

La enseñanza de la Edafología General constituye un eje fundamental en la formación de los estudiantes de ciencias agropecuarias, debido a que el suelo representa uno de los recursos naturales más importantes para la producción agrícola, la conservación ambiental y el desarrollo sostenible. Comprender sus propiedades físicas y químicas permite interpretar procesos relacionados con la fertilidad, disponibilidad de agua, manejo de cultivos, conservación de suelos y toma de decisiones técnicas en sistemas productivos.

En la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, las prácticas de laboratorio ya forman parte del proceso formativo desarrollado por la

mayoría de los docentes que imparten la asignatura. Esto evidencia el reconocimiento institucional de la importancia del aprendizaje práctico dentro de la enseñanza de la Edafología. Sin embargo, también se identifican oportunidades de mejora vinculadas con la estandarización metodológica, la planificación didáctica, la articulación entre teoría y práctica, la disponibilidad de recursos y la actualización de estrategias pedagógicas.

En consecuencia, la presente propuesta no pretende sustituir las prácticas actualmente desarrolladas, sino fortalecerlas, optimizarlas y sistematizarlas mediante una guía metodológica estructurada.

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidenciaron que las prácticas de laboratorio generan mejoras significativas en la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades técnicas y la motivación estudiantil. El análisis comparativo entre pretest y posttest mostró incrementos relevantes en contenidos como muestreo de suelo, preparación de muestras, textura, método de Bouyoucos, medición de pH e interpretación de resultados.

Por ello, se justifica diseñar una propuesta pedagógica que permita potenciar las prácticas ya existentes mediante procedimientos más organizados, objetivos claramente definidos, actividades contextualizadas y mecanismos de evaluación coherentes con el enfoque por competencias.

Desde el punto de vista institucional, esta propuesta contribuye al mejoramiento continuo de la calidad educativa, fortalece la innovación docente y responde a tendencias actuales de educación superior orientadas al aprendizaje activo, la resolución de problemas y la aplicación del conocimiento (UNESCO, 2021).

Desde la perspectiva profesional, los egresados de carreras agropecuarias requieren no solo conocimientos teóricos, sino dominio operativo en análisis de suelos, interpretación técnica, manejo de equipos y capacidad de respuesta ante problemáticas reales del sector productivo y ambiental.

Finalmente, la propuesta se justifica por su carácter factible y viable, dado que parte de fortalezas ya existentes en la Facultad, tales como disponibilidad de laboratorio y experiencia docente acumulada, planteando mejoras progresivas que pueden implementarse sin requerir transformaciones estructurales inmediatas. En consecuencia, representa una estrategia de fortalecimiento académico orientada a elevar la calidad de la enseñanza de la Edafología General y a atender necesidades detectadas empíricamente durante la investigación buscando fortalecer aquellas áreas donde se identificaron mayores oportunidades de mejora.

#### **5.4 Objetivos de la propuesta**

- **Objetivo general**

Diseñar una guía metodológica de prácticas de laboratorio orientada al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de las propiedades físicas y químicas del suelo en la asignatura Edafología General de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.

- **Objetivos específicos**

1. Estructurar prácticas de laboratorio alineadas con los contenidos programáticos de la asignatura, relacionadas con el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo.

2. Fortalecer la articulación entre teoría y práctica mediante actividades experimentales que permitan aplicar los conocimientos desarrollados en clase.
3. Promover el desarrollo de competencias técnicas en los estudiantes, tales como muestreo de suelo, preparación de muestras, determinación de textura, medición de pH e interpretación básica de resultados.
4. Establecer procedimientos estandarizados de trabajo en laboratorio que favorezcan el orden, la seguridad, la precisión técnica y la calidad de los resultados obtenidos.
5. Incorporar estrategias didácticas activas que incrementen la participación, motivación y pensamiento crítico de los estudiantes durante las sesiones prácticas.
6. Proponer criterios e instrumentos de evaluación que permitan valorar el desempeño conceptual, procedimental y actitudinal del estudiante en el laboratorio.
7. Contribuir al fortalecimiento continuo de las prácticas de laboratorio ya existentes en la asignatura, mediante una propuesta organizada, viable y adaptable a las condiciones institucionales.

### **5.5 Diseño de guía metodológica de laboratorio**

La presente propuesta fue elaborada a partir de los hallazgos obtenidos en la fase diagnóstica de la investigación, particularmente en relación con las debilidades conceptuales identificadas en los estudiantes y las oportunidades de mejora señaladas por docentes y participantes.

Consiste en el diseño de una guía metodológica de prácticas de laboratorio para la asignatura de Edafología General, orientada al fortalecimiento del aprendizaje de las propiedades físicas y químicas del suelo mediante actividades experimentales

organizadas, contextualizadas y coherentes con los objetivos del curso.

La guía metodológica se concibe como un instrumento académico de apoyo dirigido a docentes y estudiantes, destinado a mejorar la planificación, ejecución y evaluación de las sesiones prácticas. Su finalidad principal es estandarizar procedimientos, fortalecer la articulación entre teoría y práctica, y favorecer el desarrollo de competencias técnicas propias de la formación agropecuaria.

### **5.5.1 Estructura general de la guía metodológica**

La propuesta contempla que cada práctica de laboratorio esté organizada bajo una estructura común compuesta por los siguientes elementos:

**1. Título de la práctica**

Identificación clara de la actividad experimental a desarrollar.

**2. Unidad temática relacionada**

Vinculación directa con el contenido programático de la asignatura.

**3. Objetivo de aprendizaje**

Competencias o resultados esperados al finalizar la práctica.

**4. Fundamento teórico**

Síntesis conceptual necesaria para comprender el procedimiento.

**5. Materiales, equipos y reactivos**

Recursos requeridos para el desarrollo de la actividad.

**6. Normas de bioseguridad y seguridad básica**

Indicaciones preventivas para el trabajo en laboratorio.

**7. Procedimiento metodológico**

Secuencia ordenada de pasos técnicos a ejecutar.

## 8. Registro de datos y observaciones

Espacios para anotar resultados, mediciones y hallazgos.

## 9. Preguntas de análisis e interpretación

Actividades orientadas al razonamiento crítico.

## 10. Conclusiones del estudiante

Síntesis reflexiva sobre lo aprendido.

## 11. Criterios de evaluación

Parámetros para valorar desempeño individual o grupal.

### 5.5.2 Prácticas sugeridas para la asignatura

La propuesta incluye inicialmente un conjunto base de prácticas viables y pertinentes para la Edafología General:

*Tabla 7. Propuesta de prácticas básicas para Edafología General*

Nº	Práctica de laboratorio	Área
1	Muestreo técnico de suelo y representatividad de muestras	Física / Campo
2	Preparación de muestras: secado, molienda y tamizado	Física
3	Determinación de textura por método de Bouyoucos	Física
4	Evaluación de consistencia del suelo (seca, húmeda y mojada)	Física
5	Determinación de densidad aparente	Física
6	Determinación de porosidad total estimada	Física
7	Evaluación de color del suelo con carta Munsell	Física / Morfológica
8	Medición de pH del suelo en agua	Química
9	Conductividad eléctrica básica	Química
10	Interpretación integrada de resultados de laboratorio	Integrador

La selección de las prácticas propuestas responde directamente a los contenidos donde se observaron mayores debilidades iniciales en el diagnóstico estudiantil,

especialmente en muestreo de suelo, preparación de muestras, textura, uso de instrumentos, pH y análisis de resultados.

### **5.5.3 Estrategia metodológica de aplicación**

La implementación de cada práctica se desarrollará en tres momentos:

#### **Antes del laboratorio**

- Revisión teórica previa.
- Socialización de objetivos.
- Explicación del procedimiento.
- Organización de grupos de trabajo.

#### **Durante el laboratorio**

- Ejecución guiada del procedimiento.
- Observación directa.
- Toma de datos.
- Resolución de dudas técnicas.

#### **Después del laboratorio**

- Análisis de resultados.
- Discusión grupal.
- Entrega de informe o guía resuelta.
- Retroalimentación docente.

### **5.5.4 Recursos requeridos**

Para la ejecución de la propuesta, se consideran necesarios:

- Laboratorio funcional de suelos.
- Tamices, balanzas, probetas, agitadores, bandejas.

- Hidrómetro Bouyoucos.
- Potenciómetro o medidor de pH.
- Reactivos básicos.
- Muestras de suelo.
- Guías digitales.
- Calculadora y hojas de registro.

### **5.5.5 Evaluación de la propuesta**

El aprendizaje podrá valorarse mediante:

- Participación en laboratorio.
- Manejo correcto de materiales.
- Cumplimiento del procedimiento.
- Precisión en registros de datos.
- Interpretación técnica de resultados.
- Informe individual o grupal.
- Pruebas cortas pre y post práctica.

### **5.5.6 Carácter realista de la propuesta**

La propuesta ha sido diseñada bajo un enfoque factible y contextualizado, considerando que la Facultad ya desarrolla prácticas de laboratorio. Por ello, no pretende reemplazar lo existente, sino fortalecerlo mediante mayor organización metodológica, criterios comunes de calidad educativa y ampliación progresiva de experiencias prácticas. En consecuencia, esta guía representa una herramienta aplicable y sostenible para elevar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Edafología General.

## 5.6 Análisis costo–beneficio

La presente propuesta pedagógica orientada al fortalecimiento de las prácticas de laboratorio en la asignatura de Edafología General fue diseñada bajo un enfoque realista y viable, considerando las condiciones actuales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá. En este sentido, el análisis costo-beneficio permite valorar la relación entre los recursos requeridos para su implementación y los beneficios académicos e institucionales esperados.

Es importante señalar que la propuesta no implica la creación de nuevas estructuras físicas ni modificaciones curriculares profundas, sino la optimización y fortalecimiento de recursos ya existentes, lo cual reduce significativamente los costos de ejecución.

### 5.6.1 Costos estimados de implementación

Los costos asociados a la propuesta pueden clasificarse en costos directos e indirectos.

#### a) Costos directos

Relacionados con materiales, equipos menores y recursos operativos necesarios para desarrollar las prácticas:

*Tabla 8. Niveles de costos directos estimados para la implementación de recomendaciones*

<b>Concepto</b>	<b>Nivel de costo estimado</b>
Impresión o digitalización de guías prácticas	Bajo
Reactivos básicos de laboratorio	Bajo
Material fungible (bolsas, etiquetas, guantes, papel filtro)	Bajo
Mantenimiento básico de equipos existentes	Medio
Reposición de instrumentos menores	Medio

#### b) Costos indirectos

Relacionados con organización académica y uso institucional:

*Tabla 9. Niveles de costos indirectos estimados en la implementación de recomendaciones*

<b>Concepto</b>	<b>Nivel de costo estimado</b>
Tiempo de planificación docente	Bajo
Organización de grupos de laboratorio	Bajo
Uso de instalaciones existentes	Sin costo adicional
Supervisión técnica	Bajo

### **5.6.2 Beneficios esperados**

Los beneficios derivados de la propuesta superan ampliamente los costos estimados, especialmente por tratarse de una intervención centrada en la mejora del proceso educativo.

#### **a) Beneficios académicos**

- Mayor comprensión de las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Fortalecimiento del aprendizaje significativo.
- Incremento del rendimiento académico.
- Desarrollo de habilidades prácticas y técnicas.
- Mejor integración entre teoría y práctica.
- Mayor motivación e interés estudiantil.

#### **b) Beneficios institucionales**

- Fortalecimiento de la calidad educativa.
- Mejor aprovechamiento del laboratorio existente.
- Mayor estandarización metodológica.
- Fortalecimiento del prestigio académico institucional.
- Aporte a procesos de autoevaluación y acreditación.

- Reducción de sobrecarga operativa en sesiones prácticas.
- Mejor distribución del tiempo docente.
- Mayor seguridad en el laboratorio mediante grupos reducidos.
- Uso más eficiente de equipos y materiales disponibles.

c) Beneficios profesionales para el estudiante

- Mejor preparación para el campo laboral.
- Dominio básico de técnicas de análisis de suelo.
- Mayor capacidad para interpretar resultados.
- Desarrollo de competencias aplicadas demandadas por el sector agropecuario.

### 5.6.3 Relación costo-beneficio

Desde una perspectiva técnica y educativa, la propuesta presenta una **alta pertinencia académica**, debido a que requiere inversiones moderadas o bajas y genera beneficios significativos y sostenibles en el tiempo.

De manera sintética, la relación costo-beneficio puede resumirse de la siguiente manera:

*Tabla 10. Evaluación de costo–beneficio en términos académicos e institucionales*

<b>Variable</b>	<b>Valoración</b>
Inversión económica requerida	Baja a moderada
Uso de recursos existentes	Alto
Impacto académico esperado	Alto
Viabilidad institucional	Alta
Sostenibilidad	Alta

#### **5.6.4 Interpretación general**

El análisis permite concluir que la propuesta es económicamente viable y pedagógicamente conveniente, ya que con recursos relativamente accesibles puede lograrse una mejora sustancial en la enseñanza de la Edafología General.

De igual modo, al aprovechar infraestructura y capacidades ya instaladas en la Facultad, la inversión necesaria disminuye considerablemente, mientras que los beneficios se proyectan a mediano y largo plazo sobre múltiples generaciones estudiantiles.

Adicionalmente, la reorganización de grupos y mejor distribución de recursos permitiría atender limitaciones operativas detectadas durante la investigación.

#### **5.6.5 Conclusión del análisis costo-beneficio**

Se concluye que la implementación de la propuesta presenta una relación costo-beneficio altamente favorable, ya que con inversiones moderadas se atienden necesidades reales detectadas en la investigación, tales como fortalecimiento conceptual, mejora procedimental, mayor motivación estudiantil y optimización de las prácticas ya existentes.

#### **5.7 Plan de implementación**

La implementación de la presente propuesta pedagógica se plantea de manera progresiva y realista, considerando las condiciones académicas y operativas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá. Su ejecución podrá desarrollarse dentro de la asignatura Edafología General, aprovechando la infraestructura existente, el recurso humano disponible y la planificación semestral vigente.

El propósito principal del plan de implementación es fortalecer la enseñanza de las propiedades físicas y químicas del suelo mediante prácticas de laboratorio más estructuradas, sistemáticas y articuladas con los contenidos teóricos.

#### **5.7.1 Fase 1. Planificación académica**

Previo al inicio del semestre, el docente responsable de la asignatura deberá organizar las actividades prácticas considerando los contenidos programáticos, la capacidad operativa del laboratorio, el número de estudiantes matriculados y la disponibilidad de recursos humanos y materiales.

##### **Actividades principales:**

- Revisión del programa oficial de la asignatura.
- Selección de contenidos teóricos que requieren refuerzo práctico.
- Elaboración del cronograma de laboratorio.
- Clasificación de prácticas cortas y prácticas de mayor duración.
- Programación de prácticas extensas en horario diurno o sábados, especialmente para grupos nocturnos.
- Preparación de guías prácticas.
- Verificación de materiales, reactivos y equipos disponibles.
- Organización de grupos de trabajo de máximo 15 estudiantes cuando sea posible.
- Evaluación de necesidad de docente adicional o asistente de laboratorio en grupos numerosos.

Tiempo estimado: 1 a 2 semanas antes del inicio del semestre.

### **5.7.2 Fase 2. Ejecución bajo enfoque constructivista, experiencial y por competencias**

La ejecución de las prácticas de laboratorio se desarrollará bajo un enfoque constructivista, experiencial y orientado al desarrollo de competencias, donde el estudiante asume un rol activo en la construcción del conocimiento mediante la observación, experimentación, análisis e interpretación de situaciones reales relacionadas con las propiedades físicas y químicas del suelo.

Para ello, las actividades prácticas dejarán de centrarse únicamente en procedimientos aislados y se orientarán hacia situaciones aplicadas vinculadas al contexto agropecuario nacional.

En este sentido, se propone incorporar las siguientes estrategias metodológicas:

#### **a) Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) contextualizados en situaciones reales del sector agropecuario.**

Cada práctica iniciará con una situación problemática real o simulada. Por ejemplo: un suelo presenta baja productividad en maíz, problemas de drenaje o acidez elevada. A partir de ello, los estudiantes deberán analizar variables como textura, pH, densidad aparente, porosidad y consistencia del suelo, para identificar causas y proponer soluciones técnicas.

#### **b) Integración campo – laboratorio – recomendación técnica**

Las prácticas se desarrollarán en tres momentos:

Recolección de muestras en campo siguiendo criterios técnicos.

Análisis físico y químico en laboratorio.

Interpretación de resultados y elaboración de recomendaciones de manejo.

Este proceso fortalece la relación entre teoría, práctica y realidad profesional.

### **c) Miniproyectos por equipos de trabajo**

Los estudiantes desarrollarán pequeños proyectos aplicados sobre diferentes tipos de suelo, tales como:

suelo destinado a maíz o arroz;

suelo hortícola;

suelo ganadero;

suelo degradado o erosionado;

suelo con problemas de acidez.

Cada grupo presentará informe técnico con diagnóstico y propuesta de manejo.

### **d) Evaluación mediante rúbricas de competencias**

La evaluación no se limitará a pruebas escritas, sino que incluirá rúbricas para valorar:

toma correcta de muestras;

manejo de equipos e instrumentos;

ejecución de procedimientos;

interpretación de resultados;

trabajo colaborativo;

capacidad de análisis técnico.

### **e) Banco digital de resultados históricos**

Se propone organizar una base de datos académica con resultados obtenidos en distintos semestres, permitiendo comparar tendencias de pH, textura, densidad y otras propiedades en suelos de diferentes regiones del país.

Esta estrategia permitiría transformar el laboratorio en un espacio dinámico de aprendizaje, análisis comparativo e investigación aplicada.

Para garantizar mayor efectividad pedagógica, se recomienda que las sesiones prácticas se desarrollen con grupos reducidos de hasta 15 estudiantes por turno. En caso de matrículas elevadas, podrá implementarse la apertura de grupos adicionales o la asignación de apoyo docente complementario, con el fin de mejorar la supervisión, seguridad y atención individualizada.

### **Resultado esperado de esta fase**

Con esta metodología, el estudiante no solo aprende a ejecutar análisis de suelo, sino también a interpretar información técnica, resolver problemas reales y tomar decisiones profesionales fundamentadas.

### **5.7.3 Fase 3. Seguimiento y evaluación**

Con el fin de verificar la efectividad de la propuesta, se recomienda implementar mecanismos continuos de seguimiento académico.

Acciones sugeridas:

- Evaluaciones cortas antes y después de prácticas.
- Informes técnicos grupales o individuales.
- Observación directa del desempeño práctico.
- Rúbricas para habilidades técnicas.
- Encuestas de satisfacción estudiantil.
- Comparación de rendimiento con períodos anteriores.

#### **5.7.4 Criterios derivados del diagnóstico de la investigación**

Con base en los resultados obtenidos en el pretest, postest y encuestas aplicadas a estudiantes y docentes, se recomienda considerar los siguientes criterios durante la implementación:

- Priorizar contenidos donde se detectaron mayores debilidades iniciales, como textura, densidad, muestreo y preparación de muestras.
- Mantener prácticas relacionadas con pH y propiedades químicas básicas del suelo.
- Organizar grupos pequeños cuando las condiciones lo permitan, para mejorar la atención individualizada.
- Incrementar el tiempo efectivo destinado a la práctica experimental.
- Fortalecer la relación entre teoría, laboratorio y campo.
- Mantener evaluación continua del componente práctico.
- Garantizar instrucciones claras y secuencia metodológica ordenada.

#### **5.7.5 Recursos necesarios**

##### **Recursos humanos**

- Docente responsable.
- Docente de apoyo o segundo profesor en grupos numerosos.
- Asistente de laboratorio (en caso de grupos numerosos.).
- Estudiantes organizados en equipos de trabajo.

##### **Recursos materiales**

Se recomienda disponer de materiales suficientes para al menos cuatro grupos trabajando simultáneamente.

- Morteros (mínimo 4)
- Juegos de tamices de 2 mm (mínimo 4)
- Balanzas o pesas disponibles
- Probetas
- Cilindros
- Recipientes plásticos
- Bandejas
- Agua destilada
- Potenciómetro o medidor de pH
- Hidrómetro Bouyoucos
- Bolsas para muestras
- Etiquetas
- Guías impresas o digitales
- Hojas de registro

### **Infraestructura**

- Laboratorio de suelos.
- Aula de apoyo teórico.
- Área externa para muestreo.
- Espacio adecuado para circulación segura de estudiantes.

### **5.7.6 Indicadores de éxito**

Para valorar los resultados de la propuesta se sugieren los siguientes indicadores:

- Mejora en calificaciones.
- Incremento del porcentaje de respuestas correctas.

- Mayor participación estudiantil.
- Mejor desempeño técnico en laboratorio.
- Mayor motivación hacia la asignatura.
- Opinión favorable de docentes y estudiantes.

### **5.7.7 Viabilidad de implementación**

La propuesta es viable debido a que no exige transformaciones estructurales profundas ni inversiones elevadas. Su aplicación depende principalmente de una mejor organización académica, redistribución eficiente de grupos, programación adecuada de horarios y fortalecimiento metodológico de prácticas ya existentes.

La posibilidad de dividir grupos numerosos, habilitar prácticas extensas en jornadas sabatinas y adquirir materiales básicos adicionales permitiría elevar significativamente la calidad de la enseñanza sin requerir grandes inversiones institucionales.

### **5.7.8 Consideraciones finales**

La implementación gradual de esta propuesta permitirá fortalecer la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en Edafología General, favoreciendo la formación integral del estudiante mediante el desarrollo de competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales necesarias para su futuro desempeño profesional.

## **5.8 Cronograma**

El cronograma de implementación de la presente propuesta pedagógica se plantea de forma progresiva y realista, considerando que la asignatura Edafología General se imparte durante el primer semestre del año académico. En consecuencia, las

acciones preparatorias deberán desarrollarse durante el semestre previo, con el propósito de garantizar condiciones académicas, logísticas y materiales adecuadas para su ejecución.

La planificación contempla dos fases: fase preparatoria, orientada a organización institucional, adecuación metodológica y disponibilidad de recursos; y fase de implementación, correspondiente al desarrollo de las prácticas de laboratorio durante el período académico.

*Tabla 11. Cronograma de Implementación de la Propuesta Pedagógica para la Asignatura Edafología*

Actividad	2026			2027						
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
<b>Fase de preparación (previo al primer semestre)</b>										
Revisión de contenidos y planificación general										
Elaboración/actualización de guías metodológicas										
Compra/reposición de equipos e insumos										
Inventario y calibración de equipos										
Organización de grupos y carga docente										
Programación de prácticas largas en horario sabatino										
<b>Fase de Implementación (Primer semestre de 2026)</b>										
Introducción y normas de seguridad										
Prácticas de campo										
Prácticas de laboratorio										
Evaluaciones pre y post práctica										
Informes técnicos estudiantiles										
Seguimiento y retroalimentación										
Evaluación final de resultados										

El cronograma permite organizar progresivamente las actividades previstas, garantizando secuencia lógica, seguimiento y cumplimiento de los objetivos establecidos.

### **5.8.1 Consideraciones operativas del cronograma**

Para optimizar la ejecución de la propuesta, se recomienda conformar grupos prácticos que no excedan 15 estudiantes por sesión, gestionar apoyo docente cuando la matrícula lo requiera y programar en horario diurno o sábados aquellas prácticas que demanden mayor tiempo operativo, tales como textura del suelo, consistencia del suelo y giras de campo.

### **5.8.2 Interpretación general**

El cronograma propuesto evidencia que la implementación de la propuesta es factible dentro de la estructura académica institucional, siempre que exista planificación anticipada, organización eficiente de recursos y coordinación entre docentes y unidades administrativas. Su aplicación progresiva permitirá fortalecer las prácticas de laboratorio sin alterar significativamente el funcionamiento regular de la asignatura.

### **5.9 Presupuesto**

La presente propuesta fue diseñada bajo un enfoque viable, procurando aprovechar la infraestructura, equipamiento y recursos ya existentes en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá. No obstante, para fortalecer la ejecución de las prácticas de laboratorio se requiere una inversión básica orientada principalmente a la reposición de instrumentos menores, adquisición de materiales complementarios y mejora de recursos didácticos para la enseñanza práctica.

En este sentido, se presenta el siguiente presupuesto estimado:

*Tabla 12. Presupuesto estimado para la implementación de las adquisiciones requeridas*

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario Estimado (B/.)</b>	<b>Total Estimado (B/.)</b>
Morteros de porcelana	4	35 – 60	140 – 240
Juego de tamices básicos	3	180 – 350	540 – 1,050
Carta Munsell para color de suelo	3	180 – 350	540 – 1,050
Cuchara Casagrande	1	90 – 180	90 – 180
Pantalla interactiva / monitor didáctico para visualización 3D de perfiles y propiedades del suelo	1	800 – 2,500	800 – 2,500
Reactivos básicos para un semestre	1 lote	150 – 400	150 – 400
Bolsas, etiquetas, guantes y material fungible	1 lote	75 – 150	75 – 150
Total general estimado			2,335-5,570

Los montos presentados corresponden a estimaciones referenciales basadas en precios referenciales de mercado consultados en proveedores nacionales e internacionales con presencia comercial en Panamá durante el período 2025–2026. Dichos valores pueden variar según marca, especificaciones técnicas, calidad del producto, proveedor seleccionado y condiciones institucionales de compra.

Es importante destacar que la propuesta no demanda inversiones estructurales elevadas, debido a que aprovecha la infraestructura existente, el laboratorio ya disponible y parte del equipamiento previamente instalado en la Facultad. Por tanto, la inversión requerida se concentra en fortalecer la capacidad operativa y mejorar las

condiciones de enseñanza práctica.

La incorporación de un recurso digital de visualización tridimensional permitiría fortalecer la enseñanza de contenidos abstractos relacionados con estructura del suelo, horizontes diagnósticos, porosidad, movimiento del agua, compactación, límites de Atterberg, textura y procesos de erosión.

Desde una perspectiva institucional, el presupuesto estimado resulta razonable frente a los beneficios esperados, tales como mejora del aprendizaje, fortalecimiento de competencias técnicas, incremento de la motivación estudiantil y modernización del proceso de enseñanza.

En consecuencia, la incorporación del cronograma y del presente presupuesto confirma la viabilidad técnica, económica y académica de la propuesta, permitiendo su implementación progresiva en futuros períodos académicos.

## 6.0 Bibliografía

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305> (doi.org in Bing)
- Amador, J. A. (2019). Active learning approaches to teaching soil science at the college level. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00111>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Paidós.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4th ed.). Open University Press.
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gil-Pérez, D., et al. (2002). Defending constructivism in science education.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>

- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. <https://doi.org/10.5465/amle.2005.17268566>
- Novak, J. D. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Pérez-Anagumbra, G., & Iturralde-Sosa, C. (2024). Pedagogía transformadora desde el aprender haciendo. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.2.2403>
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

## 7.0 Anexos

### 7.1 Instrumentos de recolección



#### **Entrevista semiestructurada sobre el uso del laboratorio como estrategia didáctica en la enseñanza de la Edafología General**

**Profesión:** \_\_\_\_\_

**Institución:** \_\_\_\_\_

**Años de experiencia:** \_\_\_\_\_

**Fecha de la entrevista:** \_\_\_\_\_

**Hora:** \_\_\_\_\_

**Dirigida a:**

Docentes que imparten la asignatura Edafología General en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá y especialistas en ciencias del suelo, agronomía o a fines con experiencia en docencia universitaria.

#### **Objetivo de la entrevista**

Recopilar información cualitativa sobre las metodologías de enseñanza utilizadas en la asignatura Edafología General, así como analizar la percepción de los docentes y especialistas sobre el impacto de las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica en la comprensión de las propiedades físicas del suelo.

#### **Consideraciones éticas**

- La participación es **voluntaria**.

- La información proporcionada será utilizada **exclusivamente con fines académicos y de investigación.**
- Las respuestas serán tratadas de forma **confidencial y anónima.**
- El entrevistado puede retirarse del proceso en cualquier momento si así lo desea.

### **Preguntas Generales**

1. Nivel de dificultad que perciben en los estudiantes para comprender las propiedades físicas del suelo únicamente con teoría:

Muy alto

Alto

Moderado

Bajo

Muy bajo

2. ¿En qué medida considera que las prácticas de laboratorio mejoran la comprensión de las propiedades físicas del suelo?

Alto impacto

Impacto moderado

Bajo impacto

Ningún impacto

3. Frecuencia con que integra prácticas de laboratorio en la asignatura:

Siempre

Frecuentemente

Ocasionalmente

Nunca

4. ¿Qué porcentaje aproximado del tiempo de la asignatura dedica a actividades prácticas de laboratorio?

0–20%

21–40%

41–60%

Más de 60%

### **Preguntas abiertas:**

#### **Dimensión 1: Metodología de enseñanza utilizada**

1. ¿Cómo describiría la metodología que utiliza habitualmente para impartir los contenidos de Edafología General?

2. ¿Qué peso relativo considera que tienen las clases teóricas frente a las actividades prácticas dentro de la asignatura?

3. ¿Qué criterios utiliza para seleccionar las estrategias didácticas que aplica en el aula?

4. Desde su experiencia, ¿cuáles son las principales dificultades que presentan los estudiantes al abordar las propiedades físicas del suelo?

#### **Dimensión 2: Didáctica y articulación teoría–práctica**

5. ¿Qué estrategias específicas utiliza para vincular los contenidos teóricos con las prácticas de laboratorio? (Ejemplo: guías, preguntas orientadoras, discusión posterior)

6. ¿Considera que las prácticas de laboratorio cuentan con una planificación didáctica estructurada (objetivos, actividades y evaluación)? Explique.
7. ¿Qué aspectos de la didáctica empleada considera que podrían mejorarse para facilitar la comprensión de las propiedades físicas del suelo?
8. ¿Promueve espacios de análisis, discusión y reflexión posterior a las prácticas de laboratorio? Explique.

### **Dimensión 3: Impacto de las prácticas de laboratorio en el aprendizaje**

9. ¿Qué cambios ha observado en la comprensión conceptual de los estudiantes después de realizar prácticas de laboratorio?
10. ¿Qué diferencias observa entre estudiantes que realizan prácticas de laboratorio y aquellos que solo reciben clases teóricas?
11. ¿Considera que las prácticas de laboratorio contribuyen al desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes? ¿De qué manera?
12. ¿Ha observado cambios en la motivación o actitud de los estudiantes cuando se incorporan prácticas de laboratorio de forma sistemática?

### **Dimensión 4: Valoración y recomendaciones**

13. ¿Qué fortalezas identifica en el uso de las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica?
14. ¿Qué limitaciones o debilidades considera que presentan actualmente?
15. ¿Qué limitaciones institucionales o logísticas afectan la implementación de prácticas de laboratorio? (Ejemplo: tiempo, número de estudiantes, recursos)

16. ¿Qué recomendaciones propondría para mejorar la implementación de las prácticas de laboratorio en la asignatura Edafología General?

17. Desde su experiencia, ¿considera que el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio debería fortalecerse o ampliarse en la formación agropecuaria? Justifique su respuesta.

## Encuesta a estudiantes

### Prueba pretest



### **Encuesta diagnóstica (Pretest) sobre la comprensión de las propiedades físicas del suelo**

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Hora:** \_\_\_\_\_

**Estudiante:** \_\_\_\_\_

**Dirigida a:** estudiantes matriculados en la asignatura Edafología General durante el primer semestre académico del año 2026.

**Objetivos de la encuesta:** Diagnosticar el nivel inicial de comprensión conceptual de las propiedades físicas del suelo, las habilidades prácticas percibidas y la motivación académica de los estudiantes, antes de la implementación del aprendizaje basado en prácticas de laboratorio.

**Instrucciones para el estudiante:** Lea cuidadosamente cada afirmación y marque con una "X" la opción que mejor represente su nivel de acuerdo. No existen respuestas correctas o incorrectas; se solicita responder con sinceridad.

**Tipo de instrumento:** cuestionario estructurado

**Escala:** Likert de 5 puntos

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

### Sección A: Conocimiento conceptual inicial

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
1	Comprendo el concepto de textura del suelo					
2	Comprendo qué es la densidad aparente del suelo					
3	Comprendo qué es la densidad real del suelo					
4	Comprendo el concepto de porosidad del suelo					
5	Comprendo la importancia del pH del suelo					
6	Comprendo el concepto de color del suelo					
7	Comprendo qué es la plasticidad del suelo					
8	Puedo explicar cómo se toman muestras de suelo					

### Sección B: Conocimiento procedimental inicial

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
9	Sé cómo recolectar una muestra de suelo correctamente					
10	Conozco los pasos para preparar una muestra de suelo para análisis					
11	Conozco instrumentos básicos de laboratorio de suelos					
12	Sé cómo se determina la textura del suelo					

### Sección C: Motivación y percepción

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
13	Me interesa aprender sobre análisis de suelo					

14	Considero importante el laboratorio en la asignatura					
15	Prefiero aprender solo con teoría					
16	Considero que las prácticas de laboratorio facilitarán mi comprensión de los contenidos					

### Sección D: Evaluación objetiva de conocimientos

Instrucciones: Encierre en un círculo la letra correspondiente a la opción correcta en cada pregunta. Solo debe marcar una respuesta por cada pregunta.

17. ¿Cuál es el objetivo principal del muestreo de suelo?

- a) Obtener una muestra de cualquier punto del terreno
- b) Obtener una muestra representativa del área de estudio
- c) Medir el pH del suelo
- d) Secar la muestra para análisis

18. ¿Cuál es el primer paso en la preparación de una muestra de suelo en laboratorio?

- a) Tamizar
- b) Eliminar impurezas como raíces y piedras
- c) Medir la textura
- d) Agregar agua

19. ¿Para qué se realiza el tamizado del suelo?

- a) Para secar la muestra
- b) Para separar partículas según tamaño
- c) Para medir pH
- d) Para aumentar la humedad

20. El método de Bouyoucos se utiliza para determinar:

- a) El color del suelo
- b) La textura del suelo
- c) La densidad aparente
- d) La porosidad

21. La textura del suelo está determinada por:

- a) El contenido de agua
- b) El tamaño de las partículas (arena, limo y arcilla)
- c) El color
- d) La cantidad de raíces

## Prueba postest



### Aprendizaje basado en prácticas de laboratorio en Edafología General

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Hora:** \_\_\_\_\_

**Estudiante:** \_\_\_\_\_

**Dirigida a:** estudiantes matriculados en la asignatura Edafología General que participaron en las prácticas de laboratorio de muestreo de suelo y análisis de textura del suelo.

#### **Objetivos de la encuesta:**

Evaluar los cambios en la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades prácticas y la motivación de los estudiantes, después de la implementación de prácticas de laboratorio.

#### **Instrucciones para el estudiante**

Lea cuidadosamente cada afirmación y marque con una "X" la opción que mejor refleje su experiencia después de haber realizado las prácticas de laboratorio.

**Escala:** Likert de 5 puntos

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

### Sección A: Comprensión conceptual posterior

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
1	Comprendo cómo se realiza un muestreo representativo de suelo					
2	Comprendo la importancia de eliminar impurezas en la muestra de suelo					
3	Comprendo el proceso de secado, molienda y tamizado del suelo					
4	Comprendo el concepto de textura del suelo					
5	Comprendo cómo la textura influye en el comportamiento del agua en el suelo					
6	Comprendo el método de Bouyoucos para determinar la textura del suelo					

### Sección B: Desarrollo de habilidades prácticas

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
7	Puedo recolectar correctamente una muestra de suelo					
8	Soy capaz de preparar una muestra de suelo para análisis de laboratorio					
9	Puedo realizar el procedimiento básico del método de Bouyoucos					
10	Puedo interpretar los resultados obtenidos en el análisis de textura					
11	Me siento seguro/a utilizando instrumentos de laboratorio					

### Sección C: Motivación y valoración de la estrategia didáctica

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
12	Las prácticas de laboratorio me ayudaron a comprender los contenidos teóricos					
13	Puedo relacionar los resultados del laboratorio con los conceptos teóricos					
14	Las prácticas facilitaron mi aprendizaje de la asignatura					

#### Sección D: Motivación y valoración

Ítem	Afirmación	1	2	3	4	5
15	Las prácticas de laboratorio incrementaron mi interés por la asignatura					
16	Me siento más motivado/a a aprender edafología					
17	Considero que el laboratorio debe mantenerse en la asignatura					

#### Sección E: evaluación objetiva de conocimientos

**Instrucciones:** Seleccione la opción correcta. Marque solo una respuesta

18. ¿Cuál es el objetivo del muestreo de suelo?

- a) Obtener cualquier muestra
- b) Obtener una muestra representativa del área de estudio
- c) Medir pH
- d) Secar el suelo

19. ¿Qué se debe hacer antes del tamizado del suelo?

- a) Medir textura
- b) Eliminar impurezas
- c) Agregar agua
- d) Pesar directamente

20. El método de Bouyoucos permite determinar:

- a) pH
- b) Textura del suelo
- c) Color
- d) Densidad

21. La textura del suelo depende de:

- a) Cantidad de agua
- b) Tamaño de partículas
- c) Color
- d) Materia orgánica

### **Sección F: Preguntas abiertas**

22. ¿Qué fue lo más importante que aprendiste en las prácticas de laboratorio?

23. ¿Qué aspectos mejorarías en las prácticas de laboratorio?