



**Diseño de una Propuesta Didáctica mediadas por Tecnologías  
(OVA) e Investigación Dirigida para Fortalecer la Enseñanza de  
Metabolismo e Identificación en Enterobacterias**

**Autores**

**Campo Castro Patricia**

**Rangel Gámez Miguel Ángel**

Universidad Popular del Cesar

Facultad de Educación

Departamento de Ciencias Naturales y Medio Ambiente

Valledupar, Colombia

2025

**Diseño de una Propuesta Didáctica mediadas por Tecnologías  
(OVA) e Investigación Dirigida para Fortalecer la Enseñanza de  
Metabolismo E Identificación En Enterobacterias.**

**Autores**

**Campo Castro Patricia**

**Rangel Gámez Miguel Ángel**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

Director (a):

Msc. Luz Karine Peinado Mejía

Departamento de Ciencias Naturales

Línea de Investigación:

Pedagogía y didáctica

Grupo de Investigación: Didacinnovacióncn

Universidad Popular del Cesar

Facultad de Educación

Departamento de Ciencias Naturales y Medio Ambiente

Valledupar, Colombia

2025

*“El analfabeto del futuro no será la persona que no pueda leer, sino la persona que no sepa cómo aprender”.*

Alvin Toffler.(1970).

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por brindarnos esta maravillosa oportunidad de vida y por permitir nuestro crecimiento personal y profesional. A Ludys Castro Navarro y Francisco Campo Gelviz, quienes, como padres, me ofrecieron su apoyo y confianza, permitiéndome enfrentar y superar las adversidades que surgieron durante este proceso. Finalmente, a mi tutora Luz Karine Peinado Mejía, cuyo apoyo y dedicación nos impulsaron y guiaron día a día para llevar adelante este hermoso proyecto.

### **Patricia Campo Castro**

Agradezco de corazón a Dios por permitirme crecer como persona, profesional y ser social. A mi madre, Claudia Patricia Gámez, quien me brindó el apoyo económico y emocional para alcanzar los logros requeridos. También, expreso mi gratitud a mi tutora Luz Karine Peinado Mejía, cuyo apoyo, paciencia y dedicación fueron fundamentales para guiarme e impulsar este proyecto hacia el éxito.

### **Miguel Ángel Rangel Gámez**

**Dedicatoria**

Primero, agradezco a Dios Todopoderoso, cuya guía y fortaleza han sido mi apoyo constante a lo largo de este viaje académico y en la elaboración de este trabajo. A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional y su constante aliento, que han sido fundamentales en cada paso de este proceso. A mis amigos, por su apoyo y comprensión, y por estar siempre a mi lado en los momentos de desafío. Dedico este trabajo también a mis profesores y mentores, cuyas enseñanzas y orientación han sido clave para mi desarrollo y éxito.

**Patricia Campo Castro**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, cuya guía y fortaleza me han acompañado en cada etapa de este proyecto. A mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante, que me ha dado el coraje para seguir adelante. A mis amigos, por su comprensión y aliento, que han sido una fuente constante de motivación. Además, dedico este trabajo a mis profesores y mentores, quienes con su sabiduría y orientación han sido esenciales para mi desarrollo académico y personal.

**Miguel Ángel Rangel Gámez**

**Resumen**

El proyecto tiene como objetivo principal diseñar una intervención educativa que utilice objetos virtuales de aprendizaje (OVA) y el método APIE para mejorar la enseñanza del metabolismo de enterobacterias en estudiantes de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Popular del Cesar, centrándose en los estudiantes de microbiología. Así mismo, este trabajo posee un enfoque cualitativo y cuantitativo que incluye pretest y posttest para evaluar el aprendizaje de los estudiantes por medio de herramientas tecnológicas. Los resultados indican que la propuesta didáctica ayudo a la adopción de conceptos fundamentales para el manejo de la técnica APIE y fomentó la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Las conclusiones demuestran la validez de combinar herramientas tecnológicas con conceptos teórico-practico en el campo de la microbiología.

**Palabras clave:** 1) Método APIE 2) Investigación dirigida 3) Propuesta didáctica 4) Enterobacterias 5) Metabolismo 6) Enseñanza 7) Ova.

**Abstract**

The main objective of this project is to design an educational intervention that uses virtual learning objects (VLOs) and the APIE method to improve the teaching of enterobacterial metabolism among undergraduate students in natural sciences and environmental education. The research was conducted at the Universidad Popular del Cesar, focusing on microbiology students. This work uses a qualitative and quantitative approach that includes pre- and post-tests to assess student learning through technological tools. The results indicate that the teaching approach helped

---

foster the adoption of fundamental concepts for using the APIE technique and encouraged active student participation in the learning process. The conclusions demonstrate the validity of combining technological tools with theoretical and practical concepts in the field of microbiology.

**Keywords:** 1) APIE Method 2) Directed Research 3) Teaching Proposal 4) Enterobacteriaceae 5) Metabolism 6) Teaching 7) Ova.

---

## Contenido

<b>Introducción.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>14</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Formulación de pregunta de investigación.....	16
1.3 Objetivos .....	17
1.3.1 Objetivo general .....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 Justificación.....	18
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>20</b>
2.1. Marco referencial. ....	20
2.1.1. Antecedentes de la investigación.....	20
2.2 Marco legal.....	23
2.3 Marco Teórico .....	24
2.3.1. Componente Disciplinar .....	24
2.3.2 Pedagógico – didáctico.....	44
<b>CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>51</b>
3. Marco metodológico .....	51
3.1.Enfoque de la investigación .....	51
3.1.1. Alcance de la investigación. ....	51
3.1.2. Diseño de la investigación .....	51
3.2 Delimitación de la investigación.....	54
3.2.1. Lugar de Estudio.....	54
3.2.2 Comunidad participante.....	55
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>56</b>
4. Resultados y discusión .....	56
4.1 Diagnóstico De Los Conocimientos Previos De Los Estudiantes .....	57
4.2 Descripción del OVA .....	70
4.3 Ventajas y desventajas .....	79
4.4 RESULTADOS DEL POSTEST .....	81
<b>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>91</b>
5.1. Conclusiones .....	91
5.2. Recomendaciones.....	92
5.3. Anexos.....	97
Referencias Bibliográficas .....	92

---

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Descripción de la prueba bioquímica ONPG, ADH, LDC, ODC Y UREASA .....	25
Ilustración 2. Descripción de la prueba bioquímica de Citratos, CIT, H <sub>2</sub> S y Sulfhídrico. ....	26
Ilustración 3. Descripción de la prueba bioquímica GEL, GLU, MAN, INO, SOR, RHA, SAC, MEL, AMY y ARA. ....	27
Ilustración 4. Materiales de laboratorio .....	29
Ilustración 5. <i>Klebsiella pneumoniae</i> , en medio de cultivo .....	32
Ilustración 6. <i>Klebsiella pneumoniae</i> .....	32
Ilustración 7. <i>Klebsiella pneumoniae</i> .....	33
Ilustración 8. <i>Escherichia coli</i> , en medio de cultivo.....	35
Ilustración 9. <i>Escherichia coli</i> .....	35
Ilustración 10. <i>Escherichia coli</i> .....	36
Ilustración 11. <i>Salmonella typhi</i> .....	37
Ilustración 12. <i>Salmonella typhi</i> . ....	38
Ilustración 13. <i>Salmonella typhi</i> . ....	38
Ilustración 14. <i>Enterobacter sp.</i> .....	39
Ilustración 15. <i>Enterobacter sp.</i> .....	40
Ilustración 16. <i>Enterobacter sp.</i> .....	40
Ilustración 17. <i>Serratia marcescens</i> .....	42
Ilustración 18. <i>Serratia marcescens</i> .....	42
Ilustración 19. <i>Serratia marcescens</i> .....	43
Ilustración 20. Ubicación geográfica de la Universidad Popular del Cesar.....	55
Ilustración 21. ¿Qué son las Enterobacterias? .....	60
Ilustración 22. ¿Cuáles son las características principales de las Enterobacterias? .....	61
Ilustración 23. ¿Qué es la técnica API E? .....	62
Ilustración 24. ¿Cuáles son las ventajas de utilizar la técnica API E para la identificación de Enterobacterias?.....	63
Ilustración 25. ¿Cómo contribuye el OVA al aprendizaje del metabolismo de las enterobacterias?.....	64
Ilustración 26. Has escuchado hablar del método API E para la identificación de enterobacterias. ....	65
Ilustración 27. ¿Qué tan interesado/a estás en aprender sobre nuevos métodos de identificación de enterobacterias. ....	66

---

Ilustración 28. Qué tan útil crees que podría ser un método como el API E en un laboratorio. ....	67
Ilustración 29. Estás abierto/a aprender y utilizar nuevos métodos de identificación bacteriana en tu práctica profesional.....	68
Ilustración 30. ¿Cuál es tu nivel de confianza en tu habilidad para aprender y dominar un nuevo método de laboratorio? .....	69
Ilustración 31. Ingreso al recurso didáctico OVA.....	70
Ilustración 32. Portada del OVA.....	71
Ilustración 33. Información relativa de los autores.....	72
Ilustración 34. Listado de contenido.....	73
Ilustración 35. Introducción del OVA.....	74
Ilustración 36. Paso a paso del método APIE .....	75
Ilustración 37. Guía de laboratorio en el OVA .....	76
Ilustración 38. Estudios de casos en el OVA .....	77
Ilustración 39. Juego, quien quiere ser Millonario.....	78
Ilustración 40. Juego de las enterobacterias.....	79
Ilustración 41. ¿Qué aprendió sobre las Enterobacterias en este proyecto de investigación?.....	81
Ilustración 42. ¿Qué aprendió sobre la técnica API E en este proyecto de investigación?.....	82
Ilustración 43. ¿Cómo la técnica API E puede ayudar a fortalecer la investigación dirigida mediada por las tecnologías?.....	83
Ilustración 44. ¿Cuál es la desventaja de la técnica API E para la identificación de Enterobacterias? .....	84
Ilustración 45. ¿Qué recomendaciones haría para mejorar la técnica API E para la identificación de Enterobacterias?.....	85
Ilustración 46. En relación a las Enterobacterias, el proyecto de investigación me proporcionó un conocimiento amplio y detallado .....	86
Ilustración 47. La técnica API E fue explicada de manera que entendí completamente su uso y aplicación en el proyecto de investigación.....	87
Ilustración 48. Considero que la técnica API E puede fortalecer significativamente la investigación en microbiología apoyada por tecnologías avanzadas.....	88
Ilustración 49. Reconozco que la técnica API E tiene limitaciones importantes para la identificación precisa de Enterobacterias.....	89

---

Ilustración 50. Existen recomendaciones claras y viables para mejorar la técnica API E en la identificación de Enterobacterias.....	90
Ilustración 51. Instrumento para diagnosticar los conocimientos previos (Pretest).....	97
Ilustración 52. Graficas de resultados de la Pre-prueba.....	98
Ilustración 53. Socialización y ejecución del método APIE .....	98
Ilustración 54. Guía de laboratorio. ....	98
Ilustración 55. Socialización de la herramienta digital OVA y aplicación del postest .....	98

**Lista de tablas**

Tabla 1. Batería de pruebas incluidas y tablas de lectura con coloraciones positivas y negativas .....	28
Tabla 2. Taxonomía de <i>Klebsiella pneumoniae</i> .....	31
Tabla 3. Taxonomía de <i>Escherichia coli</i> .....	33
Tabla 4. Taxonomía de <i>Salmonella typhi</i> . .....	36
Tabla 5. <i>Taxonomía de Enterobacter sp</i> .....	39
Tabla 6. Taxonomía de <i>Serratia marcescens</i> .....	41
Tabla 7. Ponderación de ítems de la encuesta.....	54
Tabla 8. Primera sección de la Pre-prueba y Prueba final .....	58
Tabla 9. Segunda sección de la Pre-prueba.....	58
Tabla 10. Segunda sección-Prueba final .....	59

## **Introducción**

La calidad educativa hoy es multidimensional, enfatizando no solo contenidos curriculares sino la interacción con los conocimientos previos e intereses de los estudiantes. En este contexto, el proyecto titulado " Diseño de una Propuesta Didáctica mediadas por Tecnologías (OVA) e Investigación Dirigida para Fortalecer la Enseñanza de Metabolismo e Identificación en Enterobacterias", surge como una iniciativa innovadora en el ámbito de la educación en ciencias naturales y microbiología. La intencionalidad principal de esta investigación está basada en la creación de una propuesta didáctica que aborde el método APIE con la investigación dirigida con el fin de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el metabolismo e identificación de enterobacteria. Este proceso está especialmente dirigida a estudiantes de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental en la asignatura de microbiología.

Sin embargo, se pretende utilizar una metodología mixta que facilite la evaluación de las ideologías didácticas. En este sentido se pretende recoger los conocimientos previos de los estudiantes a través de un pretest y con base en ello, establecer las necesidades de aprendizaje y la percepción sobre la propuesta implementada. Ahora bien, con base a los instrumentos de medición, se proporcionará elementos que garanticen un impacto directo en el aprendizaje de las enterobacterias, con bases teóricas, guías de aprendizaje y para ello se requiere la planificación, implementación y evaluación de la propuesta didáctica. Por otro lado esta metodología se complementa con la investigación dirigida que promoverá la participación activa de los estudiantes en la generación de conocimientos científicos fomentando hacia el desarrollo de habilidades de investigación e indagación necesarios para su formación académica y profesional.

# CAPITULO I

## 1.1 Planteamiento del problema

En la sociedad actual, la educación emerge como un pilar esencial para el desarrollo humano, sin embargo, los métodos de enseñanza en las ciencias plantean desafíos que pueden limitar el aprendizaje significativo de los estudiantes, perpetuando un ciclo de contenido desconectado de la realidad y los intereses individuales. A fin de superar esta problemática, diversas propuestas pedagógicas buscan facilitar el aprendizaje y formar individuos creativos y competentes, capaces de abordar las materias desde múltiples perspectivas y generar cambios sociales. Es crucial reconocer el potencial de los estudiantes como constructores activos de conocimiento, promoviendo un enfoque educativo que fomente la indagación, el pensamiento crítico y la participación activa, alineado con los estándares curriculares y competencias propuestos por el Ministerio de Educación Nacional. A pesar de los esfuerzos, los resultados en pruebas internacionales como PISA subrayan la urgencia de transformar las prácticas educativas para motivar a los estudiantes y empoderarlos como investigadores reflexivos y críticos, capaces de encontrar respuestas por sí mismos.

En las universidades públicas de Colombia, el acceso a tecnologías de última generación para la investigación microbiológica es limitado, lo que dificulta la formación de estudiantes en técnicas modernas, como la identificación bacteriana. En el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, la enseñanza de la microbiología, especialmente en el metabolismo e identificación de enterobacterias, enfrenta desafíos significativos. Estos desafíos incluyen la necesidad de fortalecer las habilidades de investigación e indagación en los estudiantes, así como comunicar resultados de forma científica. Además, la escasa disponibilidad de recursos

---

didácticos actualizados y la utilización de estrategias tradicionales de enseñanza pueden resultar poco atractivas y poco efectivas para los estudiantes.

En la actualidad el método APIE ofrece una alternativa para fortalecer la enseñanza para la identificación de enterobacterias, pero su uso en la enseñanza no ha sido ampliamente explorado, y es poca la información que se pueda encontrar referente al tema. Así mismo existe poco material tecnológico e interactivo como el uso de aplicaciones móviles, que permita en el estudiante la identificación en enterobacteria, por diferentes factores como escasa la documentación (guías de diseño, mejores prácticas o estudios científicos).

En este escenario, como licenciados en ciencias naturales y educación ambiental surgimos como actores clave para abordar estas brechas. Con nuestra formación interdisciplinaria y profundo conocimiento del mundo natural, estamos bien posicionados para contribuir a la democratización del conocimiento sobre la identificación de enterobacterias. Nuestra experiencia en la enseñanza y la divulgación científica nos permite diseñar y ofrecer talleres, cursos y materiales educativos innovadores que faciliten la comprensión y aplicación de métodos de identificación, incluido el método APIE. Además, podemos desempeñar un papel crucial en la investigación y desarrollo de métodos alternativos y accesibles para la identificación de enterobacterias. Nuestra capacidad para integrar conocimientos científicos con enfoques pedagógicos innovadores nos convierte en agentes de cambio en la promoción de la higiene y la prevención de enfermedades relacionadas con enterobacterias.

La incorporación de una aplicación móvil específicamente diseñada para el estudio del metabolismo y la identificación de enterobacterias ofrece varias ventajas. En primer lugar,

proporciona a los estudiantes una herramienta interactiva y accesible que complementa el aprendizaje teórico con aplicaciones prácticas, lo que puede mejorar significativamente la comprensión de conceptos complejos. Además, al ofrecer una alternativa al enfoque tradicional de enseñanza, esta estrategia puede ayudar a mitigar la falta de recursos didácticos actualizados y la escasa disponibilidad de laboratorios equipados con tecnología de vanguardia, que a menudo dificultan el proceso de aprendizaje. Otro aspecto crucial de esta propuesta es su énfasis en la investigación dirigida como parte integral del proceso educativo. Al utilizar la aplicación móvil como plataforma para el estudio de las características metabólicas de las enterobacterias, se promueve la participación activa de los estudiantes en la generación de conocimiento científico, lo que les permite desarrollar habilidades de investigación e indagación fundamentales para su formación académica y profesional.

## 1.2 Formulación de pregunta de investigación

¿Cómo diseñar una propuesta didáctica basada en el método APIE y la investigación dirigida para fortalecer la enseñanza del metabolismo e identificación de enterobacterias en estudiantes de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental en la asignatura de microbiología?

### 1.3 Objetivos

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Diseñar una propuesta didáctica mediadas por Tecnologías (Objetos Virtual de Aprendizaje -OVA) e investigación dirigida utilizando el método APIE, para fortalecer la enseñanza del metabolismo e identificación en enterobacterias en estudiantes de microbiología del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Diagnosticar los conocimientos previos (conceptos) y las dificultades metodológicas de aprendizaje de los estudiantes sobre el metabolismo e identificación en enterobacterias.
- Construir una secuencia didáctica con material tecnológico (OVA) que integre simulaciones con el método APIE, para la comprensión de los procesos metabólicos e identificación en enterobacterias.
- Implementar la propuesta didáctica con estudiantes de microbiología para evaluar en el aprendizaje del metabolismo de las enterobacterias
- Evaluar el impacto que tiene la secuencia didáctica en comprensión de los estudiantes y su aprendizaje.

#### **1.4 Justificación**

La incorporación de un OVA como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje de la utilidad del método APIE, para el estudio del metabolismo y la identificación de enterobacterias. Llega ser necesario para amplificar el conocimiento de los futuros licenciados en ciencias naturales, con el fin de que propaguen este aprendizaje a las nuevas generaciones, Además, esa técnica ofrece varias ventajas. En primer lugar, proporciona a los estudiantes una herramienta interactiva y accesible que complementa el aprendizaje teórico con aplicaciones prácticas, lo que puede mejorar significativamente la comprensión de conceptos complejos. También, al ofrecer una alternativa al enfoque tradicional de enseñanza, esta estrategia puede ayudar a mitigar la falta de recursos didácticos actualizados y la escasa disponibilidad de laboratorios equipados con tecnología de vanguardia, que a menudo dificultan el proceso de aprendizaje.

Otro aspecto crucial de esta propuesta es su énfasis en la investigación dirigida como parte integral del proceso educativo. Al utilizar el OVA como un método de aprendizaje para el estudio de las características metabólicas de las enterobacterias por medio de la técnica APIE, se promueve la participación activa de los estudiantes en la generación de conocimiento científico, lo que les permite desarrollar habilidades de investigación e indagación fundamentales para su formación académica y profesional.

Por otro lado, esta herramienta digital brinda mucha estrategia didáctica que sirven para estimular el entendimiento de las enterobacterias a través del método APIE, de este modo los estudiantes podrán jugar mientras aprenden y conocen la técnica digital, y así mismo, se

evidenciada una investigación dirigida ya que los estudiantes serán los protagonistas e su propio conocimiento.

## CAPITULO II

2.1. Marco referencial.

### *2.1.1. Antecedentes de la investigación*

#### **2.1.1.2. Internacional.(espacios)**

(Maceda, 2018) identifica el problema porque no hay resultados en la ciencia entre los estudiantes españoles, que son atribuibles a la falta de motivación y técnicas de aprendizaje. La propuesta está dirigida al desarrollo de la intervención educativa, que promueve el desarrollo de un método científico de estudiantes de educación secundaria obligatoria de 2 años a través de la investigación orientada y el aprendizaje de la cooperación. El objetivo es cambiar la motivación inicial desfavorable a la física y la química. Después de investigar la propuesta, se puede concluir que los resultados fueron rentables porque era posible cambiar la motivación inicial y generar metodología activas eficiente en el aprendizaje del método científico generando un aprendizaje significativo en ciencia.

El trabajo de (moreno, 2017) se enfatizó en diseñar una propuesta didáctica en la educación primaria, con el fin de facilitar el aprendizaje de los microorganismos y la importancia en la vida humana. Considerando que este contenido puede resultar complejo ya que busca el interés de los niños en temas fundamentales como son las Enterobacteria. Fundamentado en un enfoque de ciencias, tecnología y sociedad (CTS), es decir, este concepto de investigación tiene como objetivo potenciar la educación sanitaria en el salón de clases, utilizando como ejemplos las diversas infecciones habituales en el ambiente educativo y fomentando el razonamiento científico desde la infancia. Estos hallazgos evidencian la eficacia de la propuesta, extendiendo el

---

razonamiento científico y la instrucción práctica acerca de los diferentes microorganismos en los alumnos de nivel primario.

Según Flores Díaz ( 2024 ), en su proyecto titulado “ Secuencia didáctica mediada por un objeto virtual de aprendizaje basado en la estrategia de enseñanza para la comprensión del sistema circulatorio en estudiantes de grado séptimo del Liceo La Presentación Sogamoso-Boyacá” realizó una investigación donde abarcó los objetivos virtuales de aprendizaje ( OVA ) junto con una secuencia didáctica diseñada para los métodos de enseñanza, con el fin de ampliar los conocimientos en el sistema circulatorio en estudiante del grado séptimo; basándose en estrategias que sirvan como punto de apoyo para que el estudiante entienda mejor los conceptos abordados en la ciencia, la idea principal es que los estudiantes adquieran los conocimientos y estos, queden guardado en la memoria de largo plazo y Para ello se abordan dos competencias: la cual es el pedagógico didáctico y el tecnológico.

#### **2.1.1.2. Nacionales.**

Según (mina, 2020) contiene la urgencia de enfrentar la problemática ambiental desde un enfoque cualitativo con ambientes educativos que contengan sugerencias pedagógicas que conlleven a una precisa gestión del rojo sólido. Se centra principalmente en llevar a las instituciones educativas estrategias fundamentales para ejercer el manejo adecuado de los residuos sólidos, a través de encuestas grupos focales y seguimientos de implementación, muestras de la comunidad educativa, muestra adherente a la estrategia, garantizando una serie de valores de manera colectiva junto con un ambiente más limpio y agradable. Estos hallazgos resaltan la importancia de integrar prácticas pedagógicas ambientales sostenibles y en el entorno educativo.

Según García (2017), se basa en demostrar como la investigación dirigida puede promover el aprendizaje sobre el sistema digestivo y la nutrición en el grado 701. Este proyecto basado en metodologías cualitativa piensa implementar una unidad de estudio con actividades específicas y relacionadas con el aparato digestivo y nutrición, seguido de un seguimiento detallado mediante técnicas como la observación, participación, análisis de documento, entrevistas y encuestas. Todo esto conlleva a un informe final, dónde los estudiantes no solo examinan los resultados obtenidos al encontrarse con un problema, sino que también analizan y elige sus propias estrategias de solución. Se puede analizar una mejora significativa en la realización de este trabajo en los estudiantes y la participación activa en la materia, destacando la efectividad de la indagación dirigida en un entorno educativo.

Pinto y Gómez (2016), se basaron en realizar un proyecto de investigación en torno a un enfoque cualitativo descriptiva en colaboración con la institución educativa bachillerato Patía, Sede principal, una institución pública situada en la cabecera municipal de El Bordo, municipio del patio, Departamento del cauca. La idea principal de este proyecto fue proporcionar a los estudiantes no solo conocimiento, sino también competencias que les permitan ejecutar lo aprendido, y para ello se enfatiza en una metodología cualitativa descriptiva. La investigación dirigida se tomó como base principal para llevar al estudiante a ser protagonista de su propio conocimiento. Estas prácticas son esenciales en la enseñanza de las ciencias naturales para desarrollar el pensamiento científico generando que los estudiantes puedan ser autónomo de su propio conocimiento. Por otro lado, se diseñaron practicas experimentales para ajustarse a las características de la investigación dirigida donde los resultados obtenidos demostraron la aplicabilidad de esta estrategia metodológica y la funcionalidad de las prácticas experimentales.

### **2.1.1.3. Regionales.**

**Penso (2015)**, realizó un estudio descriptivo de tipo no experimental transeccional, la cual se centra en describir las características y usos de un taller pedagógico como estrategia metodológica en el aula de clase en el proceso de enseñanza aprendizaje. Ahora bien, el taller pedagógico se sitúa como mecanismo adecuado para fomentar la investigación en un campo educativo, facilitando la comunicación entre estudiante y docente, disminuyendo la necesidad de la interrelación entre teorías y prácticas. Los resultados obtenidos fueron respaldados por el taller pedagógico, demostrando la realidad multifacética y compleja del entorno educativo. La interrelación del conocimiento y la acción dentro del taller promueve nuevas formas de sentir, pensar y actuar tanto para docentes como para estudiantes.

## **2.2 Marco legal(anexen alguna norma para el uso de microorganismos)**

La constitución política de Colombia (1991) impulsa el uso de las TIC como herramienta para disminuir las dificultades económica, social y digital en materia de soluciones informáticas figurada en la publicación de los elementos de justicia, equidad, educación, salud, cultura y transparencia.

De igual forma La Ley 115 General de la Educación en el artículo 5, numeral 13. Dentro de los fines de la educación, mención el desarrollo en la persona y en la sociedad con la facultad fundar, investigar, acoger la tecnología que se solicita en los métodos de progreso del país y le admita al educando ingresar al sector productivo.

Según la Ley 1341 30 de julio de 2009 es una modelo del esfuerzo del gobierno colombiano por ofrecer al país un marco normativo para el desarrollo del sector de Tecnologías de Información y Comunicaciones. Esta Ley inicia el direccionamiento y uso de las TIC a través de una libre competencia, el uso eficiente de la infraestructura y fortalecimiento de la protección de los derechos de los usuarios.

## **2.3 Marco Teórico( comiencen escribiendo sobre APIE)**

### ***2.3.1. Componente Disciplinar***

#### **2.3.1.1. Metodos de identificacion.**

##### ***Tinción.***

Según Quiroga (2024), existen varias formas de clasificar la tinción entre ellas tenemos simples y diferenciales, donde la tinción simple se puede utilizar un solo colorante que tiñe la muestra de un solo color, mientras que la tinción diferencial requiere de dos o más colorantes o en su defecto reactivos complementarios que facilitan la identificación de estructuras celulares diferentes y la diferenciación entre tipos celulares. En otras palabras, el colorante cumple una función fundamental, debido a que esto se absorbe en una superficie permitiendo la coloración en las células de los microorganismos, para luego ser observado en un microscopio óptico.

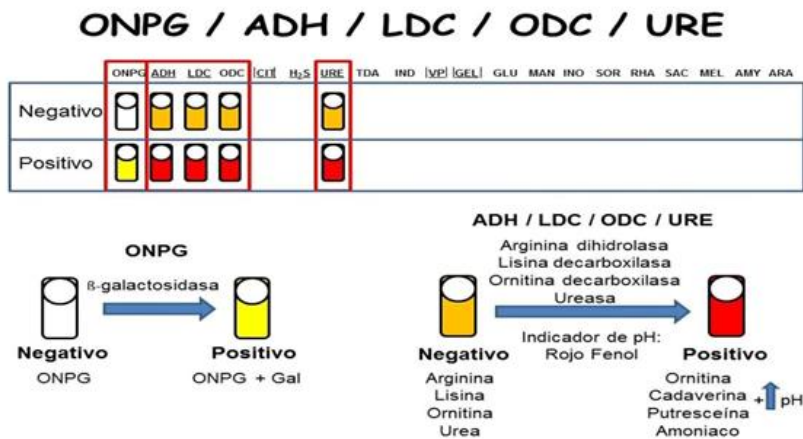
Ahora bien, los tipos de colorantes más utilizados son el cristal violeta, que es semejante con el peptidoglicano de la pared bacteriana. Luego se coloca lujo, con el fin de impiden la salida del cristal violeta, todo es para saturar los espacios del peptidoglicano de la pared bacteriana. Finalmente se coloca una mezcla de alcohol – acetano que sirve para deshidratar la y destruir su

pared bacteriana debido a que está es soluble a la acción de solventes orgánicos, cómo la mezcla de alcohol acetano.

*Medios de cultivo.*

**Descripción de cada prueba bioquímica.**

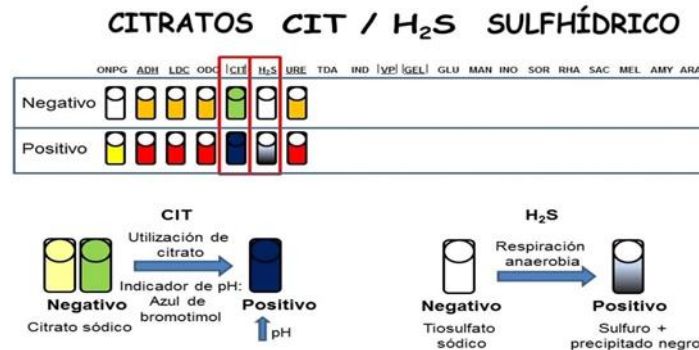
- Pruebas bioquímicas **ONPG** se investiga la prueba de beta Galactosidasa, el medio contiene **ONPG** que es incoloro, la enzima rompe está molécula generando un producto de color amarillo, por ello este color amarillo indica una reacción positiva, en tanto que la reacción negativa es incolora, **ADH, LDC, ODC UREASA**. Si la bacteria presenta estas enzimas argelinas de hidrolasa, lisinas de carboxilasa, ornitina decarboxilasa y ureasa, degradada a los diferentes sustratos generando una subida de PH, que hará que el indicador de PH rojo fenol vire a color rojo. La ausencia de la enzima reacción negativa dará un color amarillo.



**Ilustración 1. Descripción de la prueba bioquímica ONPG, ADH, LDC, ODC Y UREASA**

Fuente: Calvo & Pérez (2015)

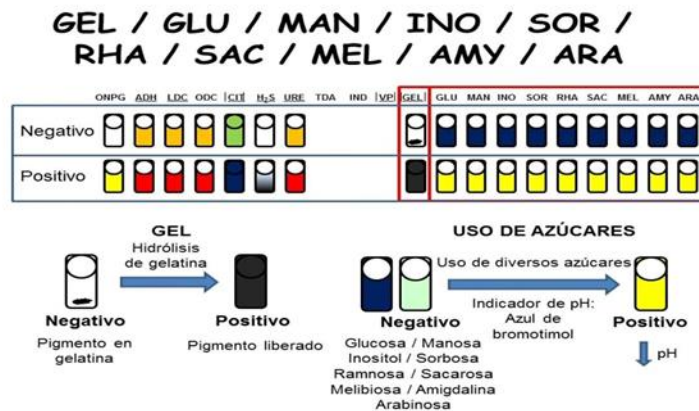
- **CIT** se investiga la capacidad de la bacteria de crecer con citrato como única fuente de carbono, la utilización de citrato origina una subida de PH que hace que el indicador azul de bromotimol vire a color azul. La prueba negativa se detectará por un color verde pálido o amarillo.
- **H<sub>2</sub>S** (ácido 26ran26ídrico) si la bacteria realiza respiración anaerobia usando como aceptor final de electrones tiosulfato sódico que hay en el medio se generará un precipitado negro. La no aparición del precipitado se dará como resultado negativo.



### Ilustración 2. Descripción de la prueba bioquímica de Citratos, CIT, H<sub>2</sub>S y Sulfhídrico.

Fuente: Calvo & Pérez (2015)

- **GEL** se estudia si la bacteria puede realizar la gelatina, en tal caso la degradación de esta liberará un pigmento negro que difundirá por el medio. En caso negativo no difundirá utilización de azúcares, si la bacteria utiliza diversos azúcares se acidificará el medio de tal forma que el indicador de PH azul de bromotimol virará a amarillo, el color azul o verde significa una reacción negativa.



**Ilustración 3. Descripción de la prueba bioquímica GEL, GLU, MAN, INO, SOR, RHA, SAC, MEL, AMY y ARA.**

Fuente: Calvo & Pérez (2015)

- **TDA** si la bacteria tiene triptófano desaminasa tras añadir cloruro férrico aparecerá una coloración pardo rojiza, si la coloración es amarilla o naranjado la prueba será negativa.
- **IND** se estudia si la bacteria degrada el triptófano con la producción de indol una vez que decida la bacteria se añadirá reactivo de kovacs si después de dos minutos aparece un anillo rojo en la cúpula la reacción es positiva, si es amarillo la reacción es negativa.
- **VP** la prueba de Voges proskauer permite determinar si la bacteria lleva a cabo una fermentación de tipo utilenglicolica añadir al cultivo unas gotas de KOH y de alfa naftol si después de 10 minutos aparece un color rojo la reacción es positiva.

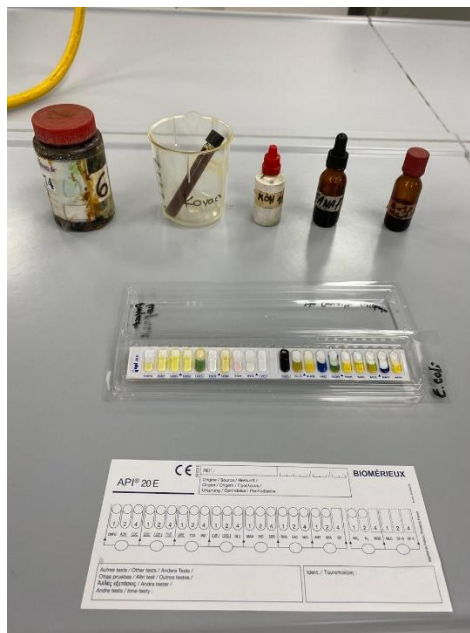
La lectura de las reacciones se hace mediante comparación con una tabla N 1 de lectura donde se indica si los microorganismos deben considerarse positivos o negativos para cada reacción según el color aparecido.

**Tabla 1. Batería de pruebas incluidas y tablas de lectura con coloraciones positivas y negativas**

<b>Prueba</b>	<b>Reacción / Enzimas</b>	<b>Negativo</b>	<b>Positivo</b>	<b>ECOLI</b>
<b>ONPG</b>	beta-galactosidasa	sin color	amarillo	POSITIVA
<b>ADH</b>	arginina deshidrolasa	amarillo	rojo o naranja	NEGATIVO
<b>LDC</b>	lisina descarboxilasa	amarillo	rojo o naranja	NEGATIVO
<b>ODC</b>	ornitina descarboxilasa	amarillo	rojo o naranja	NEGATIVO
<b>CIT</b>	utilización del citrato	verde	azul oscuro o turquesa	NEGATIVO
<b>H<sub>2</sub>S</b>	producción de H <sub>2</sub> S	sin precipitado negro	precipitado negro	NEGATIVO
<b>URE</b>	ureasa	amarillo	rojo o naranja	NEGATIVO
<b>TDA</b>	triptófano desaminasa	amarillo	marrón-rojo	NEGATIVO CON EL REACTIVON
<b>IND</b>	producción de indol	amarillo	color rosa o anillo rosa-rojo	POSITIVO CON RACTIVO
<b>VP</b>	producción de acetoina (Voges-Proskauer)	sin color	rosa-rojo	BLANCO SIN REACTIVO
<b>GEL</b>	gelatinasa	sin difusión	difusión de pigmento	NEGRO
<b>GLU</b>	fermentación/oxidación de glucosa	azul o verde	amarillo	AMARILLO VERDOSO
<b>MAN</b>	fermentación/oxidación de manitol	azul o verde	amarillo	POSITIVO
<b>INO</b>	fermentación/oxidación de inositol	azul o verde	amarillo	NEGATIVO AZUL
<b>SOR</b>	fermentación/oxidación de sorbitol	azul o verde	amarillo	NEGATIVO
<b>RHA</b>	fermentación/oxidación de ramnosa	azul o verde	amarillo	POSITIVO
<b>SAC</b>	fermentación/oxidación de sacarosa	azul o verde	amarillo	POSITIVO
<b>MEL</b>	fermentación/oxidación de melobiosa	azul o verde	amarillo	AMARILLO VERDOSO POSITIVO
<b>AMY</b>	fermentación/oxidación de amigdalina	azul o verde	amarillo	NEGATIVO AZUL
<b>ARA</b>	fermentación/oxidación de arabinosa	azul o verde	amarillo	POSITIVO
<b>OX</b>	citocromo oxidasa			NE

	ONPG	ADH	LDC	ODC	CIT	H <sub>2</sub> S	URE	TDA	IND	VP	GEL	GLU	MAN	INO	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY	ARA	OX
Negativo																					
Positivo																					

Fuente: Laboratorio de Tecnología Educativa. Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca.



**Ilustración 4. Materiales de laboratorio**

Fuente: Peinado, Rangel & Castro (2023)

### **2.3.1.2. Metabolismo**

(Valera, 2008) “el término metabolismo se refiere al conjunto de reacciones químicas que se producen en la célula y tiene tres funciones específicas. La primera es obtener energía química del entorno y almacenarla, para luego usarla en diferentes funciones celulares. La segunda es convertir los nutrientes exógenos en unidades precursoras de los componentes macromoleculares de la célula bacteriana. Y la tercera función es formar y degradar moléculas necesarias para cumplir funciones celulares específicas, por ejemplo: movilidad y captación de nutrientes. El metabolismo se produce por secuencias de reacciones catalizadas enzimático”. De acuerdo a esto, las bacterias poseen un metabolismo que se deriva por anabolismo que consta que la bacteria sea capaz de sintetizar su propio alimento, mientras que el catabolismo se basa en la degradación de los nutrientes para la obtención de energía.

### **2.3.1.3. Componente Biológico**

#### **2.3.1.3.1. *Enterobacterias***

Según Malaver (2016), “la familia *Enterobacteriaceae* está formada por un grupo de 40 géneros y más de 180 especies, muchas de ellas sin importancia clínica para los animales y el hombre. Son bacterias Gram Negativas con forma de bastón que miden de 1 a 3 micrómetros (um) de largo por 0,5 um de diámetro aproximadamente. Constan de una envoltura multilaminar que se divide en una membrana interna o citoplasmática, otra externa básica y una última también externa pero más compleja. La unión de todas estas membranas forma una capa que regula la migración de nutrientes, macromoléculas, metabolitos e incluso antibióticos betalactámicos”.

### 2.3.1.3.2. Tipos de Bacterias (Enterobacterias).

#### *Klebsiella pneumoniae.*

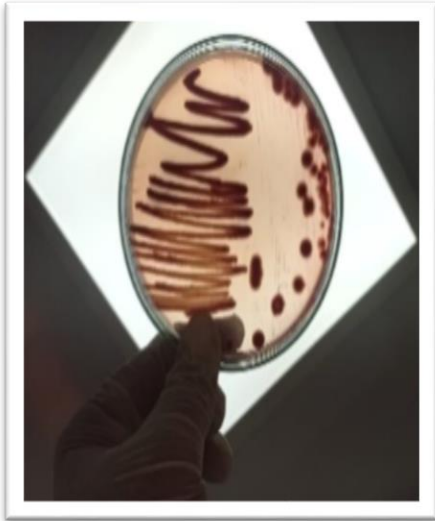
**Tabla 2. Taxonomía de *Klebsiella pneumoniae***

<b>Dominio</b>	<b><i>Bacteria.</i></b>
<b>Filo</b>	<i>Proteobacteria</i>
<b>Clase</b>	<i>Gammaproteobacteria</i>
<b>Orden</b>	<i>Enterobacterales</i>
<b>Familia</b>	<i>Enterobacteriaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Klebsiella</i>
<b>Especie.</b>	<i>K. pneumoniae</i>
<b>Dominio</b>	<i>Bacteria.</i>

Fuente: (Schroeter, 1886).

Según Meccas (2016), “*Klebsiella pneumoniae* causa una amplia gama de infecciones, incluidas neumonías, infecciones del tracto urinario, bacteriemias y abscesos hepáticos. Históricamente, *K. pneumoniae* ha causado infecciones graves principalmente en personas inmunocomprometidas, pero la reciente aparición y propagación de cepas hipervirulentas ha ampliado el número de personas susceptibles a las infecciones para incluir a aquellas que están sanas e inmunosuficientes”.

## Identificación macroscópica y microscópica



### Identificación macroscópica

Medio de cultivo: Agar MacConkey  
 Tipo de medio: Selectivo y diferencial

*Método de Siembra: Superficie (Técnica de Agotamiento, islamiento o Estría Cruzada)*

*Descripción macroscópica*

*Forma de crecimiento: irregular*

*Tamaño: Colonias grandes*

*Elevación: convexa*

*características bordes: Ondulados*

*Consistencia de la colonia: mucosas, cremosas*

*superficie: lisa*

*Transmisión de luz.*

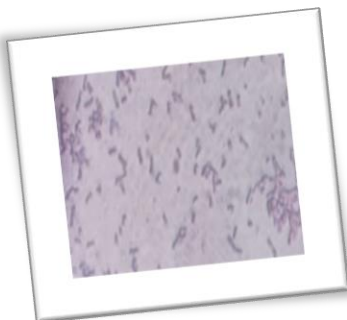
*- Traslúcida: deja pasar luz sin permitir la completa visibilidad de los objetos observados a traes de las colonias.*

*Reflexión de la luz: brillante*

*Pigmentación: Rosadas a fascia*

### **Ilustración 5.** *Klebsiella pneumoniae*, en medio de cultivo

**Fuente** Peinado, Rangel & Castro (2024)



### Descripción microscópica

*Tamaños: Comprendido oscila entre 0.5  $\mu\text{m}$  y 2.0  $\mu\text{m}$  0.5 micrómetros ( $\mu\text{m}$ )*

*Técnica: Tinción Diferencial (Tinción Gram)*

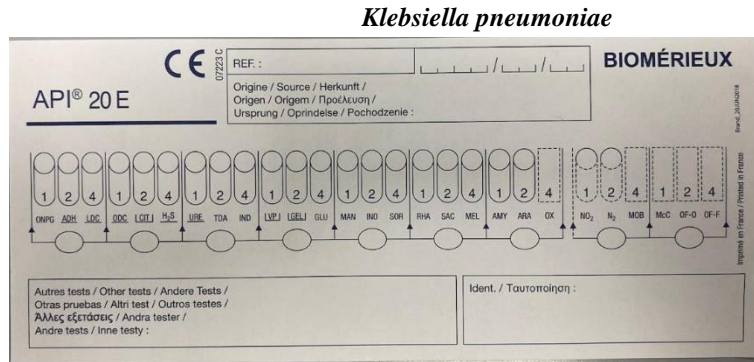
*Observación: Se observan Bacilos (Bastones) color rosa, Gram Negativos (-)*

*Aumento :1000 X*

### **Ilustración 6.** *Klebsiella pneumoniae*

Fuente: Peinado, Rangel & Castro (2024)

**Pruebas bioquímicas API E**



Técnica: API E

**Ilustración 7. Klebsiella pneumoniae**

Fuente Peinado, Rangel & Castro (2024)

**Escherichia coli**

**Tabla 3.** Taxonomía de *Escherichia coli*

<b>Dominio</b>	<b>Bacteria.</b>
<b>Filo</b>	<i>Proteobacteria</i>
<b>Clase</b>	<i>Gammaproteobacter</i>
	<i>ia</i>
<b>Orden</b>	<i>Enterobacterales</i>
<b>Familia</b>	<i>Enterobacteriaceae</i>

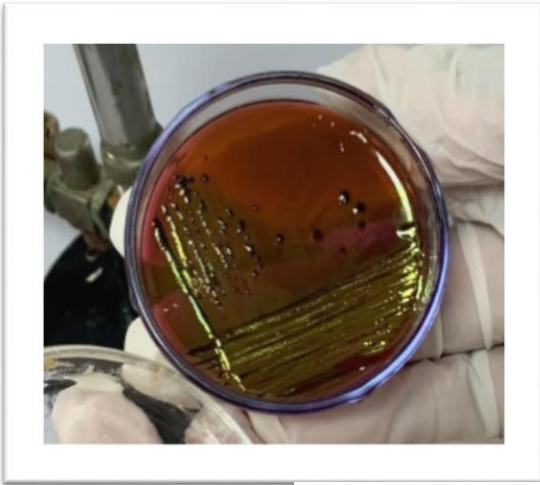
<b>Género</b>	<i>Escherichia</i>
<b>Especie.</b>	<i>E. coli</i>

*Fuente:* (Escherich, 1884)

Según Rodríguez (2004), “es un bacilo 34ran negativo, anaerobio facultativo de la familia *Enterobacteriaceae*, tribu *Escherichia*, cuyas principales características bioquímicas. Esta bacteria coloniza el intestino del hombre pocas horas después del nacimiento y se le considera un microorganismo de flora normal, pero hay cepas que pueden ser patógenas y causar daño produciendo diferentes cuadros clínicos, entre ellos diarrea”. Por otro lado, “La mayoría de las cepas de *Escherichia coli* viven de manera inofensiva en los intestinos y rara vez causan enfermedades en personas sanas. No obstante, varias cepas patógenas pueden causar diarrea o enfermedades extraintestinales tanto en personas sanas como inmunocomprometidas” (Gomez, 2016).

### **Identificación macroscópica y microscópica**

#### **Identificación macroscópica.**



**Ilustración 8.** *Escherichia coli*, en medio de cultivo

**Fuente** Peinado, Rangel & Castro (2024)

**Medio de cultivo:** EMB

**Método de Siembra:** Superficie (Técnica de Agotamiento, Aislamiento o Estría Cruzada)

*Descripción macroscópica:*

*Forma de crecimiento:* circular

*Tamaño:* 2-3 mm de diámetro Colonias Medianas

*Elevación:* convexa

*características bordes:* Redondeados

*Consistencia de la colonia:* cremosas, brillantes

*superficie:* lisa

*Transmisión de luz.:* Opaca: no permite el paso de luz

*Reflexión de la luz:* Brillante

*Pigmentación:* colonias verdosas con brillo metálico a la luz reflejada, con centro negro azulado a la luz transmitida

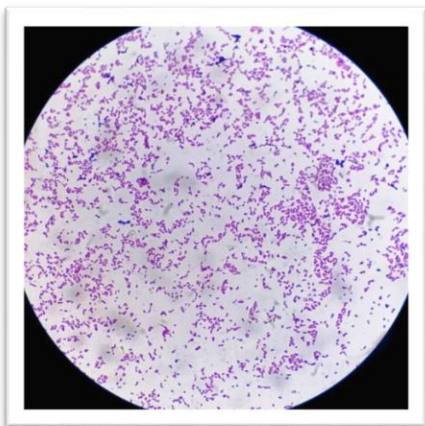
### **Descripción microscópica**

Tamaños: Comprendido oscila entre 0.5  $\mu\text{m}$  y 2.0  $\mu\text{m}$  0.5 micrómetros ( $\mu\text{m}$ )

Técnica: Tinción Diferencial (Tinción Gram)

Observación: Se observan Bacilos (Bastones) color rosa, Gram Negativos (-)

Aumento :1000 X

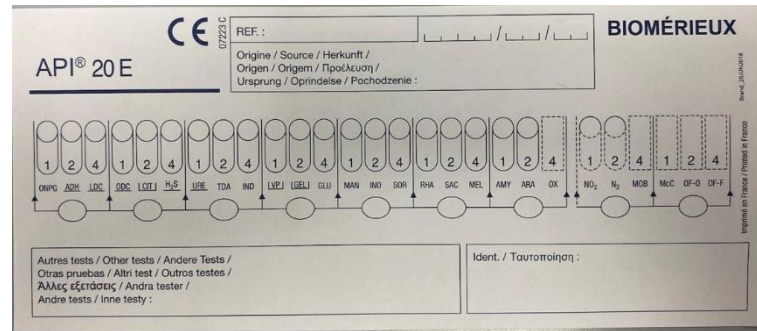


### **Ilustración 9. *Escherichia coli***

**Fuente** Peinado, Rangel & Castro (2024)



### Pruebas bioquímicas API E



Técnica: API E

### Ilustración 10. *Escherichia coli*

Fuente Peinado, Rangel & Castro (2023)

### *Salmonella typhi*.

Tabla 4. Taxonomía de *Salmonella typhi*.

<b>Dominio</b>	<b><i>Bacteria.</i></b>
<b>Filo</b>	<i>Proteobacteria</i>
<b>Clase</b>	<i>Gammaproteobacteria</i>
<b>Orden</b>	<i>Enterobacterales</i>
<b>Familia</b>	<i>Enterobacteriaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Salmonella</i>
<b>Especie.</b>	<i>S. typhimurium</i>

Fuente: (Lignieres, 1900).

Según (Zhang, 2008) “*salmonella typhi* es un patógeno intracelular importante, entre las más de 2.300 bacterias *serovares* de Salmonella estrechamente relacionadas reconocidas, *S. typhi* es la única que es patógena exclusivamente para los humanos, en quienes causa fiebre tifoidea o fiebre entérica. El patógeno existe desde hace muchos años y se han realizado muchos estudios en un esfuerzo por combatirlo”. La Salmonella es de origen gramnegativa que puede crecer en una variedad de condiciones ambientales y es conocida por causar enfermedades gastrointestinales en los seres humanos y otros animales. Su crecimiento puede ser favorecido por factores como la temperatura y la humedad.

### Identificación macroscópica y microscópica



#### Descripción macroscópica

*Método de Siembra: Superficie (Técnica de Agotamiento, Aislamiento o Estría Cruzada)*

*Forma de crecimiento: circular*

*Tamaño: Colonias pequeñas*

*Elevación: convexa*

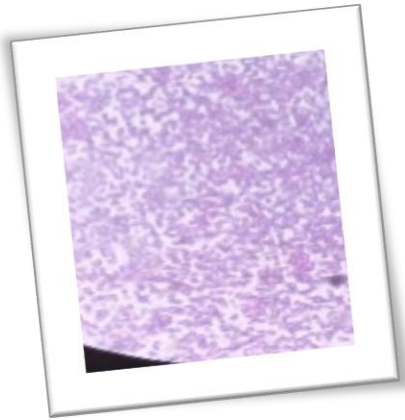
*Transmisión de luz transparente: deja pasar luz permitiendo ver claramente los objetos observados a través de la colonia*

*Reflexión de la luz: brillante*

*Pigmentación: coloración rosada*

### Ilustración 11. *Salmonella typhi*.

**Fuente** Peinado, Rangel & Castro (2024)



Descripción microscópica

**Tamaños:** Comprendido oscila entre 0,7-1,5 x 2-5  $\mu\text{m}$ , micrómetros ( $\mu\text{m}$ )

**Técnica:** Tinción Diferencial (Tinción Gram)

**Observación:** Se observan Bacilos (Bastones) color rosa, Gram Negativos

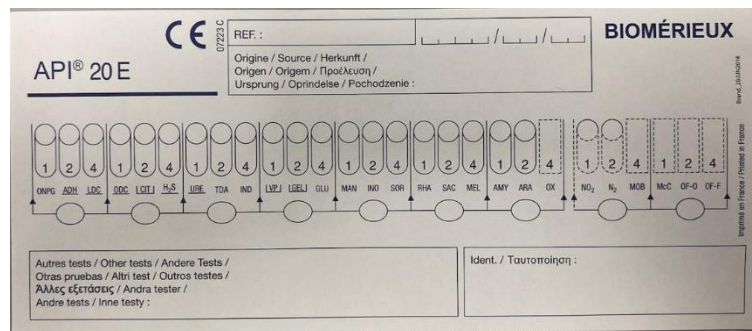
(-) Aumento: 100 X

**Ilustración 12.** Salmonella typhi.

**Fuente** Peinado, Rangel & Castro (2024)



### *Pruebas bioquímicas API E*



**Técnica:** API E

**Ilustración 13.** Salmonella typhi.

**Fuente** Peinado, Rangel & Castro (2024)

*Enterobacter sp.*

**Tabla 5.** *Taxonomía de Enterobacter sp*

<b>Dominio</b>	<b><i>Bacteria.</i></b>
<b>Filo</b>	<i>Pseudomonadota</i>
<b>Clase</b>	<i>Gammaproteobacteria</i>
<b>Orden</b>	<i>Enterobacterales</i>
<b>Familia</b>	<i>Enterobacteriaceae</i>

Fuente: (Rahn, 1937).

(Davin, 2019)“en la actualidad, 22 especies pertenecen al género *Enterobacter*. Estas especies se describen en el medio ambiente y se han reportado como patógenos oportunistas en plantas, animales y humanos. La patogenicidad/virulencia de esta bacteria sigue siendo bastante confusa debido a la cantidad limitada de trabajo realizado hasta la fecha en este campo”. Este tipo de bacteria pertenece a la familia gramnegativa son de origen infecciosas su crecimiento puede ser muy variable dependiendo el género.

### Identificación macroscópica y microscópica *Enterobacter sp*

#### Identificación macroscópica



Método de siembra: Superficie (Técnica de Agotamiento, Aislamiento o Estría Cruzada)

Forma de crecimiento: Circular

Tamaño: 2-4 mm de diámetro (Colonias medianas a grandes)

Elevación: Convexa

Transmisión de luz: Opaca (no permite el paso de luz)

Reflexión de la luz: Brillante

Pigmentación: Colonias blancas o grisáceas; algunas cepas pueden producir pigmentos ligeramente amarillentos o rosados

#### Ilustración 14. *Enterobacter sp.*

Fuente Peinado, Rangel & Castro (2024)



**Tabla 6.** Taxonomía de *Serratia marcescens*

<b>Dominio</b>	<i>Bacteria.</i>
<b>Filo</b>	<i>Proteobacteria</i>
<b>Clase</b>	<i>Gamma Proteobacteria</i>
<b>Orden</b>	<i>Enterobacteriales</i>
<b>Familia</b>	<i>Enterobacteriaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Serratia</i>
<b>Especie.</b>	<i>S.marcescens</i>

Fuente: Autor (Bizio, 1823).

Es una bacteria que forma parte de la familia Enterobacteriaceae, hasta el momento se conocen 14 especies del género *Serratia*, en la cual 8 son a nivel infecciosa para el ser humano, pero nos centraremos en la bacteria *serratia marcescens* debido a su increíble capacidad de producir un pigmento rojo, además este tipo de bacteria son Gram negativa que no produce esporas, por otro lado se recomienda mantener una higiene constante para evitar el contacto con este género de bacteria, Según Hejazi (1997) “ *S. marcescens* está implicado en una amplia gama de infecciones graves que incluyen neumonía, infección del tracto respiratorio inferior, infección del torrente sanguíneo, infección de heridas y meningitis”, ahora bien, la *serratia marcescens* han demostrado ser resistente a los antimicrobianos y aminoglucósidos debido a una enzima con la capacidad de neutralizar a penicilinas entre otras sustancias químicas lo que genera más complejidad en su estructura molecular.

Por otro lado, la importancia de la aplicación de la prueba de API 20E es para estudiar el crecimiento de los microorganismos que se tenga en el laboratorio, debido a que esta técnica proporciona un desarrollo más efímero de la bacteria permitiendo así su estudio, gracias a esto se

han podido llevar a cabo antibiótico que pueden sobre llevar la infección permitiendo le a la persona infecta una mejor estabilidad relacionada con el tema de salud.

### Identificación macroscópica



**Método de siembra:** Superficie (Técnica de Agotamiento, Aislamiento o Estría Cruzada)

**Forma de crecimiento:** Circular

**Tamaño:** 2-5 mm de diámetro (Colonias medianas a grandes)

**Elevación:** Convexa o plana

**Transmisión de luz:** opaca (no permite el paso de luz)

**Reflexión de la luz:** Brillante

**Pigmentación:** colonias rojas a rojizas debido a la producción de pigmento rojo llamado.

### Ilustración 17. *Serratia marcescens*

Fuente Peinado, Rangel & Castro (2024)

### Descripción microscópica



**Formas:** Bacilos

**Tipos de Agrupación:** Generalmente aislados o en pares

**Tamaños:** Oscila entre 0.5  $\mu\text{m}$  y 0.8  $\mu\text{m}$  de diámetro

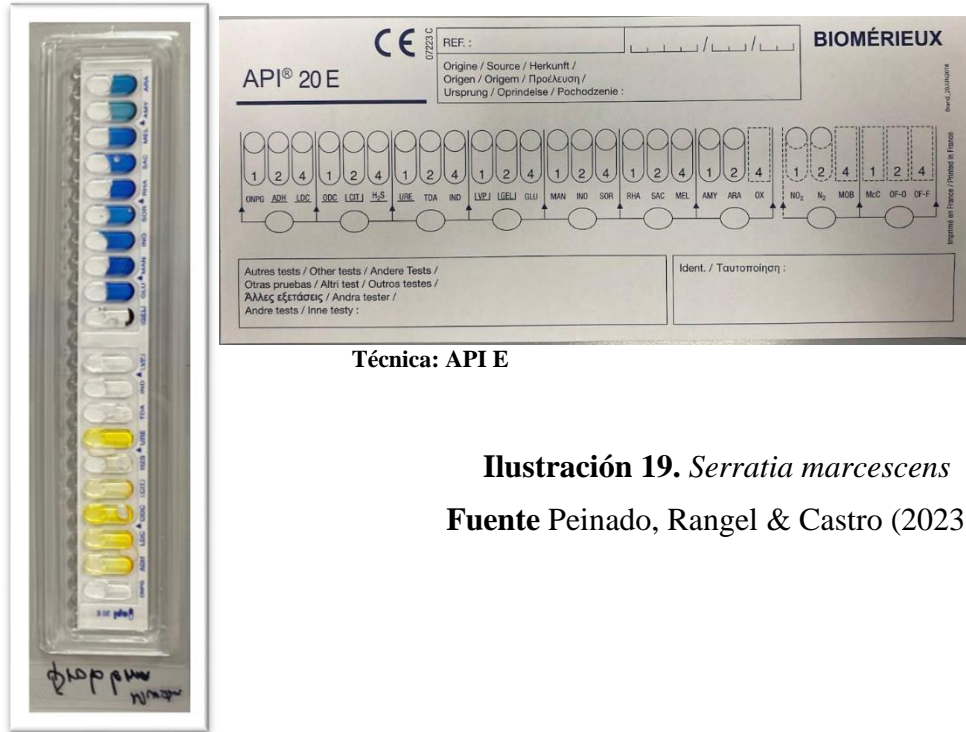
**Técnica:** Tinción Simple (Azul de metileno)

**Aumento:** 1000 X

### Ilustración 18. *Serratia marcescens*

Fuente Peinado, Rangel & Castro (2024)

**Pruebas bioquímicas API E**



**Técnica: API E**

**Ilustración 19. *Serratia marcescens***  
**Fuente Peinado, Rangel & Castro (2023)**

**2.3.1.3 Importancia en la formación de microbiología en los licenciados en ciencias naturales.** El estudio de la microbiología es crucial para los estudiantes universitarios porque obtienen información importante sobre la biodiversidad microbiana, los ciclos biogeoquímicos y sus aplicaciones biotecnológicas. Este conocimiento es esencial para comprender y combatir enfermedades infecciosas, preservar y restaurar hábitats y desarrollar habilidades de investigación científica. Además, ayudará a educar al público sobre temas clave como la resistencia a los antibióticos y la seguridad alimentaria, así como promover la innovación tecnológica y promover el desarrollo de soluciones sostenibles.

### **2.3.2 Pedagógico – didáctico**

**2.3.2.1 Método API-20E.** El método API-20E es una herramienta valiosa en el ámbito de la microbiología, especialmente en la identificación de enterobacterias, que son microorganismos de importancia clínica y ambiental. Al ser una técnica rápida y confiable, se utiliza ampliamente en laboratorios para realizar pruebas bioquímicas que permiten distinguir entre diferentes especies bacterianas. La rapidez con la que proporciona resultados, en un intervalo de 18 a 24 horas, es crucial para tomar decisiones clínicas o de gestión ambiental de manera oportuna y efectiva. Además, su eficacia ha sido corroborada por numerosos estudios científicos, lo que refuerza su posición como un método preferido en la identificación de enterobacterias. En última instancia, el uso del método API-20E ayuda a prevenir y controlar posibles amenazas microbiológicas al proporcionar información precisa y rápida sobre la presencia y la identidad de estos microorganismos. ‘El API 20E nos permite identificar bacterias de la familia Enterobacteriaceae y otros bacilos Gram negativos, mediante 23 pruebas bioquímicas estandarizadas’ (Von & Navas, 2023).

**2.3.2.2 Fundamentos del método API 20E.** El sistema API 20E (Biomériux 2010) es un sistema de pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de la familia Enterobacteriaceae y otros bacilos Gram-negativos, mediante 23 pruebas bioquímicas estandarizadas y miniaturizadas y una base de datos. Este sistema puede identificar 108 géneros y 104 especies de estas bacterias. La galería API 20E consta de 20 microtubos que contienen los sustratos deshidratados de las pruebas bioquímicas tradicionales. Se inoculan con una suspensión bacteriana que rehidrata los medios y después de la incubación se observan los cambios de color con o sin adición de reactivos.

### 2.3.2.3 Interpretación del método API 20E.

La identificación se obtiene a partir del perfil numérico.

Determinación del perfil numérico:

En la hoja de resultados, los tests están separados en grupos de tres y se indica para cada uno un valor de 1, 2 ó 4. Como la galería API 20 E comporta 20 ensayos, sumando al interior de cada grupo los valores que corresponden a reacciones positivas, se obtiene un perfil numérico de 7 cifras. (A la reacción de la oxidasa, que constituye el test nº 21 se le asigna el valor 4, cuando resulte positiva).

Identificación:

Se realiza a partir de la base de datos (V4.1).

Con la ayuda del Catálogo Analítico:

- Localizar el perfil numérico en la lista de los perfiles.

• Con la ayuda del software de identificación apiweb TM:

Introducir manualmente mediante el teclado el perfil numérico de 7 cifras. Como, además, en ciertos casos, el perfil de 7 cifras resulta insuficientemente discriminante, es necesario realizar los siguientes ensayos complementarios:

Reducción de los nitratos en nitritos (NO<sub>2</sub>) y en nitrógeno (N<sub>2</sub>): añadir una gota de los reactivos NIT 1 y NIT 2 en el tubo GLU. Esperar de 2 a 5 minutos. Una coloración roja indica una reacción positiva (NO<sub>2</sub>). Una reacción negativa (coloración amarilla) puede deberse a la producción de nitrógeno (eventualmente señalado por la presencia de microburbujas): agregar de 2 a 3 mg de reactivo Zn en la cúpula GLU. Después de 5 minutos, si el color sigue siendo amarillo,

indica una reacción positiva (N<sub>2</sub>), que anotaremos en la hoja de resultados. Si el color de la cúpula cambia a naranja-rojo, la reacción es negativa, ya que los nitratos aún presentes en el tubo han sido reducidos a nitritos por el Zinc. Esta reacción es interesante para los bacilos Gram negativos y oxidasa positivos.

#### **2.3.2.4 Lineamientos de ciencias naturales**

Los lineamientos de Ciencias Naturales deben promover el pensamiento crítico y la aplicación del método científico en los estudiantes, integrando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza para facilitar la comprensión y la colaboración, y adoptando un enfoque interdisciplinario que conecte biología, química, física y geografía. Además, los docentes deben centrarse en el desarrollo de competencias científicas como la observación y la experimentación. En la enseñanza de microbiología, es esencial utilizar modelos y simulaciones para entender fenómenos no observables a simple vista, incluir laboratorios prácticos para desarrollar habilidades técnicas, emplear estudios de caso para aplicar conceptos teóricos a situaciones reales, y promover la participación en proyectos de investigación para fomentar la curiosidad y el interés por la disciplina.

#### **2.3.2.5 Didáctica**

La didáctica, como disciplina educativa se define como el arte de enseñar y el conjunto de normas y métodos que guían la práctica educativa. Su principal objetivo es comprender, explicar y desarrollar estrategias efectivas que permitan a los docentes afrontar los desafíos de los métodos de enseñanza y promover y orientar eficazmente el aprendizaje de los estudiantes.

---

Según Gutiérrez & Ones (2018),” la didáctica se reconoce como un conjunto de técnicas destinadas a orientar la enseñanza mediante principios y procedimientos aplicables a todas las disciplinas, para que el aprendizaje de los mismos se lleve a cabo con mayor eficiencia”.

De acuerdo con Camilloni (2007), “la didáctica es una teoría necesariamente comprometida con prácticas sociales orientadas a diseñar, implementar y evaluar programas de formación, a diseñar situaciones didácticas y a orientar y apoyar a los alumnos en sus acciones de aprendizaje, a identificar y a estudiar problemas relacionados con el aprendizaje con vistas a mejorar los resultados para todos los alumnos y en todos los tipos de instituciones”. Por otro lado, para Gutiérrez & Ones (2018), “la Didáctica es una respuesta a la necesidad de encontrar un equilibrio que armonice la relación entre las maneras de enseñar de los educadores y el aprendizaje de sus discípulos; una contradicción todavía por resolver”.

### **2.3.2.6 OVA**

El Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006), en Montilva et al. (2010), afirma que un OVA es una herramienta digital que permite ser implementada en diversos contextos educativos, a partir del desarrollo de elementos pedagógicos para el desarrollo del proceso de enseñanza, a partir de contenidos, temáticas de aprendizaje y acciones de contextualización. Además, el estudiante puede ser autónomo de su propio conocimiento, debido a que él tendrá acceso directo a este recurso digital, donde aprenderá a su propio ritmo. Otra de las ventajas es que la página web donde se encuentra el OVA no requiere de muchos megas para entrar; esto ayuda a disminuir las posibilidades de la falta de aprendizaje en los estudiantes. También, se sabe que este

recurso es completamente gratis; con base en esto, se puede decir que cada vez más el OVA es más práctico para los métodos de enseñanza.

### **2.3.2.7 Investigación dirigida.**

La investigación dirigida marca un cambio radical en los enfoques y teorías del aprendizaje aplicados a la enseñanza de las Ciencias. Este cambio trasciende tanto al docente como al estudiante, impactando en sus metodologías, concepciones y actitudes, y promoviendo una redefinición fundamental en la forma en que se comprende y se practica la educación científica. Según asegura (2011), “la Investigación Dirigida más que un método de enseñanza se puede considerar como un método de construcción del aprendizaje, el cuál brinda a los y las estudiantes las herramientas para el auto- aprendizaje, llegando a la premisa del aprender a aprender, generando autonomía y capacidad crítica en el discente investigador”.

La investigación dirigida, según Vásquez & Ibáñez (2014), “tiene como propósito que el estudiante construya sus propios conocimientos, a partir del tratamiento de problemas que surgen del contexto cotidiano, lo cual le posibilita, además, el desarrollo de capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales, enmarcadas dentro de la investigación en el aula”. Por otro lado, según Zamora (2005), “la investigación dirigida es una actividad experimental que requiere la participación activa del estudiante y que orienta la búsqueda de una evidencia que permita resolver un problema práctico o contestar un cuestionamiento teórico”.

### **2.3.2.8 Enseñanza.**

La enseñanza desempeña un papel crucial en el estímulo del aprendizaje y en el impulso del desarrollo económico y sociocultural dentro de una comunidad específica. Es un pilar fundamental para asegurar la continuidad y el progreso de la humanidad, transmitiéndose de generación en generación con el objetivo de formar ciudadanos capaces de abordar los desafíos contemporáneos de la sociedad. Según Álvarez (2018), “el proceso de enseñanza aprendizaje (PEA) se concibe como el espacio en el cual el principal protagonista es el alumno y el profesor cumple con una función de facilitador de los procesos de aprendizaje.

Son los alumnos quienes construyen el conocimiento a partir de leer, de aportar sus experiencias y reflexiones”. Ahora bien, estas reflexiones es el fruto adquirido por las instrucciones indicada por un experto para llevar al estudiante a romper aquellas barreras limitadoras. De igual manera, según Valderrama (2019), “existen varias definiciones sobre las estrategias de enseñanza, pero se relacionan como metodología del docente para lograr que los contenidos, temáticas e información logren ser aprendidas por el estudiante y se genere el desarrollo de competencia”.

#### **2.3.2.9 Impacto del microbiota.**

La flora bacteriana del intestino es muy importante para nuestra salud, porque contribuye a la digestión y al metabolismo, modula el sistema inmunológico, protege contra patógenos y se relaciona con la salud mental a través del eje intestino-cerebro. El equilibrio correcto del microbiota intestinal es importante en la prevención de infecciones, enfermedades inflamatorias, enfermedades crónicas (por ejemplo, obesidad y diabetes tipo 2) y afecta la absorción de fármacos. Además, los desequilibrios del microbiota pueden contribuir a la enfermedad inflamatoria

intestinal y a problemas de salud mental, por lo que mantener un microbiota saludable es fundamental para nuestro bienestar general.

## CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

### 3. Marco metodológico

Este capítulo aborda los procedimientos utilizados en esta investigación, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos que guiarán el proceso investigativo, titulado “Diseño de una propuesta didáctica y tecnológica mediante la investigación dirigida para fortalecer la enseñanza del metabolismo e identificación en enterobacterias”.

#### 3.1. Enfoque de la investigación

Para realizar este proyecto se utilizó el enfoque mixto; es un paradigma de investigación que combina elementos de los enfoques cuantitativo y cualitativo para obtener una comprensión más completa y profunda de un fenómeno de estudio (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

##### *3.1.1. Alcance de la investigación.*

La presente investigación contempla un alcance exploratorio y descriptivo.

Un estudio de alcance exploratorio, según Hernández-Sampieri (2018), se caracteriza por tener como objetivo examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Este tipo de investigación busca familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información para plantear hipótesis o formular preguntas de investigación más precisas, y aportar ideas para futuras investigaciones.

##### *3.1.2. Diseño de la investigación*

El diseño apropiado es el Exploratorio Secuencial (DEXPLOS), en su modalidad derivativa. Según Hernández, et al., 2014,p, 551. “En esta modalidad, la recolección y el análisis de los datos cuantitativos se construye sobre la base de los resultados cualitativos”. Este diseño es apropiado para el presente estudio porque se buscó desarrollar, de forma participativa, un instrumento propio que responda a los objetivos de la investigación. Señalan los mismos autores que este tipo de diseño se realiza en tres etapas secuenciales: a) recolección de datos cualitativos; b) construcción de un instrumento cuantitativo a partir del análisis de los datos cualitativos de la primera etapa, y c) aplicación del instrumento a una población para validarlo.

### 3.1.3 Instrumento de recolección de datos

#### **3.1.3.1 Técnicas cualitativas:**

**Observación directa:** La observación es una técnica fundamental para lo que se requiere alcanzar en la presente investigación. Esta técnica permite tener una proximidad con el contexto, de igual manera permite el análisis del quehacer docente y la actitud del estudiante ante las temáticas del profesor. Es una forma de registro visual de lo que se pretende conocer desde una perspectiva científica con el fin de resolver un problema o consignar información. Para Bunge, citado por Campos y Lule (2013), la observación es el procedimiento empírico elemental de la ciencia que tiene como objeto de estudio uno o varios hechos, objetos o fenómenos de la realidad actual este caso, se hace referencia a las estrategias didácticas empleadas por la docente en la asignatura de Microbiología en los estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

**Revisión documental:** Es una “técnica de observación complementaria se utiliza cuando hay un registro de acciones y programas. La revisión de documentos permite comprender el desarrollo y las características de los procesos, y proporciona información que puede confirmar o cuestionar lo mencionado por el grupo entrevistado.” (Demarchi & Viveros 2016).

### 3.1.3.2 Técnicas cuantitativas:

**Cuestionario:** Conjunto de preguntas respecto de una o más variables que se van a medir, Se basan en preguntas que pueden ser cerradas o abiertas, Sus contextos pueden ser: autoadministrados, entrevista personal o telefónica, vía internet (Hernández, et al., 2014, p.217).

El cuestionario está dividido en 2 secciones (A y B) descrita de la siguiente manera:

Sección A. Hace referencia conocimientos previos Ítems 1, 2,3, 4, y 5 sobre la identificación de enterobacterias y la técnica APIE en la asignatura de microbiología.

Sección B. hace referencia grado actitudinal con escala Likert en los ítems 6,7, 8, 9 y 10. Corresponde al grado de motivación que tienen los estudiantes con la técnica APIE.

- **Instrumentos de medición:**

#### **Cuestionario**

Se realiza mediante instrumentos de medición que deben representar verdaderamente las variables de la investigación. Este instrumento o medición debe tener tres requisitos: confiabilidad, validez y tener objetividad. (Hernández, et al., 2014, p.206).

A continuación, se describen los instrumentos de medición a utilizar en la presente investigación. La recolección de datos para esta investigación fue el pre-test y pos-test,(falta escribir sobre la intervención es decir la implementación del APIE, deben describir el pasos

**a paso)** el cual constituye una serie de preguntas que recoge información de una muestra. Bajo el mismo orden, el cual está dirigido a obtener información específica por parte del entrevistado, el mismo es la escala tipo Likert (Anexo 4), el cual según (Hernández et al., 2010), se configura por afirmaciones ante las cuales el encuestado emite su opinión en grados de intensidad. En el mismo contexto, las opciones de respuesta fueron categorizadas en una escala de medición de actitudes tipo Likert, en las que principalmente interesa la opinión que expresa la persona entrevistada, y cuyas opciones de respuesta fueron presentadas en la tabla.

**Tabla 7.** Ponderación de ítems de la encuesta.

<b>Escala de ítems</b>	<b>Opción de respuestas</b>
<b>1</b>	Muy en desacuerdo
<b>2</b>	En desacuerdo
<b>3</b>	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
<b>4</b>	Algo de acuerdo
<b>5</b>	Muy de acuerdo

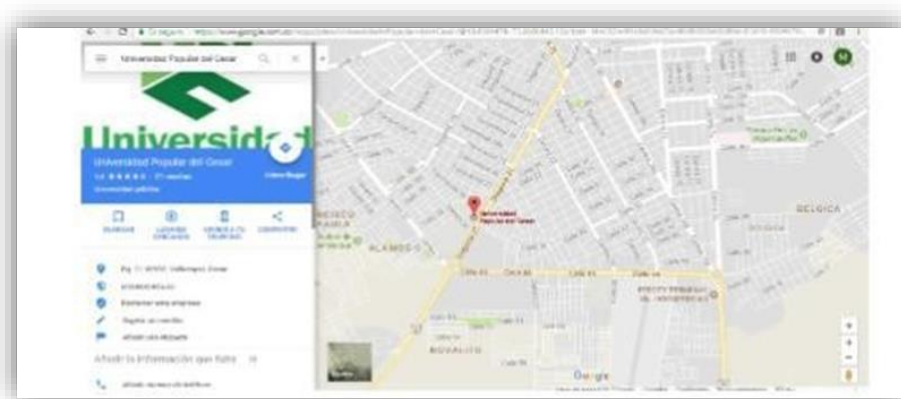
Fuente: Campo & Rangel (2024).

### **3.2 Delimitación de la investigación**

#### **3.2.1. Lugar de Estudio**

**ón se,** ejecutará en los laboratorios del programa de Microbiología, la Facultad de Ciencias Básicas y de Educación, en el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del César Ubicada en Dg. 21 #2992, Valledupar, Cesar.

La Universidad Popular del Cesar, como institución de educación superior oficial del orden nacional, forma personas responsables social y culturalmente; con una educación de calidad, integral e inclusiva, rigor científico y tecnológico; mediante las diferentes modalidades y metodologías de educación, a través de programas pertinentes al contexto, dentro de la diversidad de campos disciplinares, en un marco de libertad de pensamiento; que consolide la construcción de saberes, para contribuir a la solución de problemas y conflictos, en un ambiente sostenible, con visibilidad nacional e internacional.



**Ilustración 20. Ubicación geográfica de la Universidad Popular del Cesar.**

Fuente: Google maps, (2023)

### **3.2.2 Comunidad participante**

**3.2.2.1 Población:** Este estudio se realizará en la ciudad de Valledupar–Cesar, municipio en que se encuentra ubicada la Universidad Popular del Cesar, en donde se desarrollará la presente investigación, tomando como población a estudiar, los estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Popular del Cesar.

**3.2.2.2 Muestra:** Serán treinta y uno (31) estudiantes pertenecientes de la asignatura Microbiología del programa de Ciencias Naturales.

## CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4. Resultados y discusión(falta el resultado de la parte cualitativa porque el estudio es mixto)

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, cuyo objetivo principal es diseñar una propuesta didáctica mediadas por Tecnologías (Objetos Virtual de Aprendizaje -OVA) e investigación dirigida utilizando el método APIE, para fortalecer la enseñanza del metabolismo e identificación en enterobacterias en estudiantes de microbiología del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Así mismo se pretende demostrar que la herramienta digital OVA es útil para el aprendizaje del metabolismo e identificación de las enterobacterias, empleando el método APIE, favoreciendo el estudio autónomo y el trabajo colaborativo.

Primero se organizó la información y datos obtenidos en unas tablas de la pre-prueba y prueba final para diagnosticar los conocimientos previos de los estudiantes, el cuestionario aplicado a los estudiantes se basó en dos secciones, una sección de preguntas de selección múltiple y la otra sección tipo Likert (muy desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, algo de acuerdo y muy de acuerdo), las cuales están acompañadas por sus frecuencias expresadas en porcentos (%) en el pretest. En el postest, se agregará sus respectivas graficas donde se evidenciará que el OVA es fundamental para el aprendizaje del metabolismo e identificación de las enterobacterias.

La entrega de los cuestionarios se hizo a una muestra de treinta y uno (31) estudiantes del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, en la asignatura de microbiología. Donde se les aplicó el pretest y posteriormente se les socializo nuestra propuesta

de investigación y se les presento la herramienta digital (OVA). Los estudiantes pudieron interactuar con ella y explorar los diversos contenidos integrados en esta herramienta. Finalmente, se les aplicó el posttest.( esto va en la metodología)

#### 4.1 Diagnóstico De Los Conocimientos Previos De Los Estudiantes

Para diagnosticar los conocimientos previos de los estudiantes, se llevó a cabo **dos pretest,(no son dos pretest, corrijan redacción)** una Pre- prueba y una Prueba final, para la recolección de datos. la pre-prueba se le realizo a una muestra de 20 estudiantes, mientras que la prueba final se le aplico a una muestra de 31 estudiante.

Los resultaos obtenidos demuestran que los estudiantes en la pre-prueba **Ver anexo 2** poseen inferior conocimiento de las enterobacterias a comparación con lo observado en la prueba final, donde se evidencia tener mejor conocimiento del metabolismo de las enterobacterias. Sin embargo, se detectó una falta de conocimiento sobre la técnica APIE, por lo tanto, es fundamental la enseñanza de este instrumento para fortalecer el aprendizaje. A continuación, se muestra la comparación de los resultados obtenidos en las dos secciones de las dos pruebas realizadas:

Fuente: Campo & Rangel (2025)

**Tabla 8.** Primera sección de la Pre-prueba y Prueba final

<b>PRIMERA SECCIÓN</b>	<b>ESTUDIANTES ENCUESTADOS: 20</b>	<b>ESTUDIANTES ENCUESTADOS: 31</b>
<b>PREGUNTAS</b>	<b>PRE-PRUEBA</b>	<b>PRUEBA FINAL</b>
<b>1. ¿Qué son las Enterobacterias?</b>	70%	89,7%
<b>2. ¿Cuáles son las características principales de las Enterobacterias?</b>	25%	34,5%
<b>3. ¿Qué es la técnica API E?</b>	5%	32%
<b>4. ¿Cuáles son las ventajas de utilizar la técnica API E para la identificación de Enterobacterias?</b>	0%	17%
<b>5. ¿Cómo contribuye el OVA al aprendizaje del metabolismo de las enterobacterias?</b>	75%	86,2%

**Tabla 9.** Segunda sección de la Pre-prueba

<b>SEGUNDA SECCIÓN – PRE -PRUEBA</b>					
<b>ESTUDIANTES ENCUESTADOS: 20</b>					
<b>PREGUNTAS</b>	<b>Muy desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Ni desacuerdo, ni de acuerdo</b>	<b>Algo de acuerdo</b>	<b>Muy de acuerdo</b>
<b>6. Has escuchado hablar del método API E para la identificación de enterobacterias</b>	70%	20%	10%	0%	0%
<b>7. Qué tan interesado/a estás en aprender sobre nuevos métodos de identificación de enterobacterias</b>	3%	0%	5%	32%	60%
<b>8. Qué tan útil crees que podría ser un método como el API E en un laboratorio</b>	20%	40%	5%	5%	30%
<b>9. Estás abierto/a a aprender y utilizar nuevos métodos de identificación bacteriana en tu práctica profesional</b>	5%	0%	0%	6%	89%
<b>10.Cuál es tu nivel de confianza en tu habilidad para aprender y</b>	12%	0%	28%	0%	60%

<b>dominar nuevos métodos de laboratorio</b>					
--	--	--	--	--	--

Fuente: Campo & Rangel (2025)

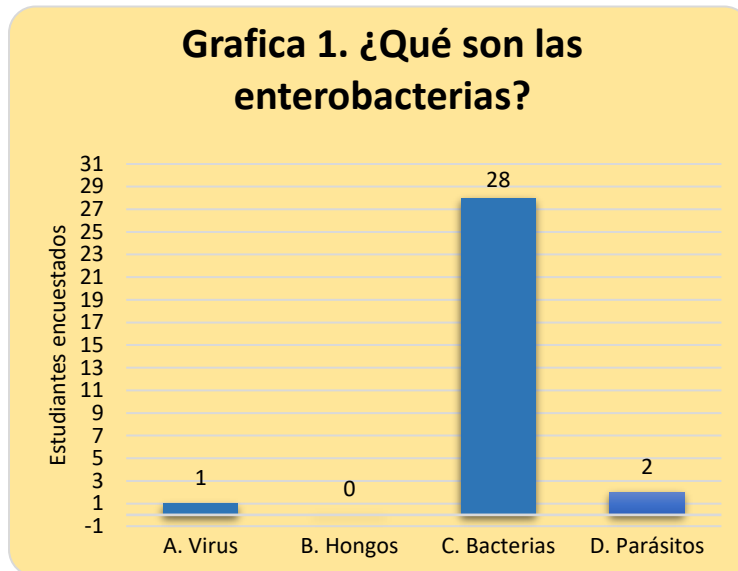
**Tabla 10. Segunda sección-Prueba final**

<b>SEGUNDA SECCIÓN – PRUEBA FINAL ENCUESTADOS A 31 ESTUDIANTES</b>					
<b>PREGUNTAS</b>	<b>Muy desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</b>	<b>Algo de acuerdo</b>	<b>Muy de acuerdo</b>
<b>6. Has escuchado hablar del método API E para la identificación de enterobacterias</b>	0%	0%	0%	0%	100%
<b>7. Qué tan interesado/a estás en aprender sobre nuevos métodos de identificación de enterobacterias</b>	12%	0%	22%	0%	64%
<b>8. Qué tan útil crees que podría ser un método como el API E en un laboratorio</b>	0%	32%	48%	0%	20%
<b>9. Estás abierto/a a aprender y utilizar nuevos métodos de identificación bacteriana en tu práctica profesional</b>	0%	0%	0%	3%	97%
<b>10. Cuál es tu nivel de confianza en tu habilidad para aprender y dominar nuevos métodos de laboratorio</b>	48%	0%	0%	0%	52%

Fuente: Campo & Rangel (2025)

**GRAFICAS DEL PRETEST FINAL.**

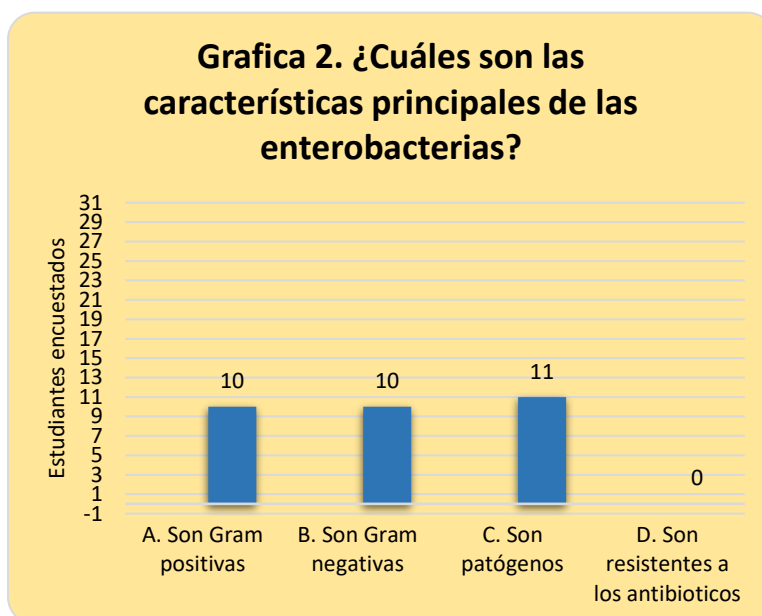
**Primera Sección.** Corresponde a las preguntas de selección múltiple y corresponde a los Ítems 1, 2, 3, 4 y 5.



**Ilustración 21. ¿Qué son las Enterobacterias?**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

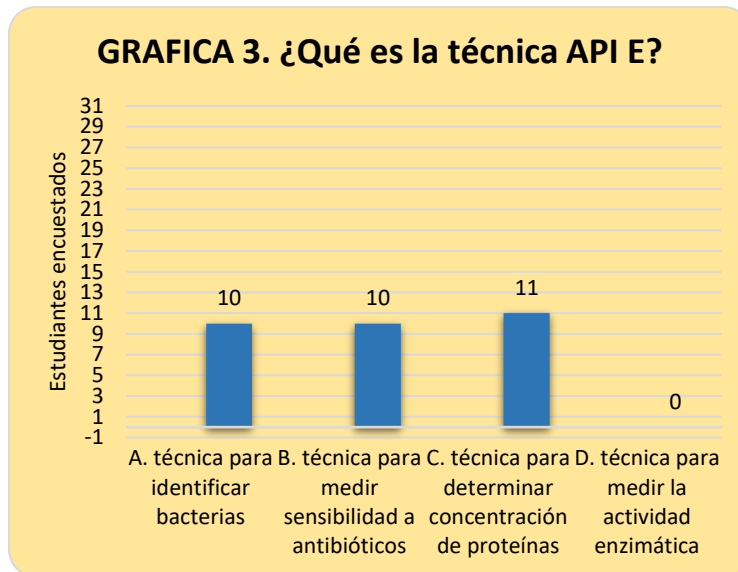
La grafica N 1, En la recolección de datos para establecer los conocimientos previos de los 31 encuestados, encontramos que en la primera pregunta ¿Que son las Enterobacteria? 1 persona marco la pregunta A: Un tipo de virus, mientras que 28 personas marcaron la respuesta correctamente, C: Un tipo de bacteria, esto equivale a un 89,7%, sin embargo 3,4%, por otro lado, 2 personas marcaron la D: Un tipo de parasito, esto es equiparable a un 6,9%. Ahora bien, Con base a esto, se puede analizar que los estudiantes poseen un conocimiento previo con base a las enterobacterias, esto facilitará la oportunidad de profundizar en el metabolismo e identificación de las enterobacterias a través del método APIE.



**Ilustración 22. ¿Cuáles son las características principales de las Enterobacterias?**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

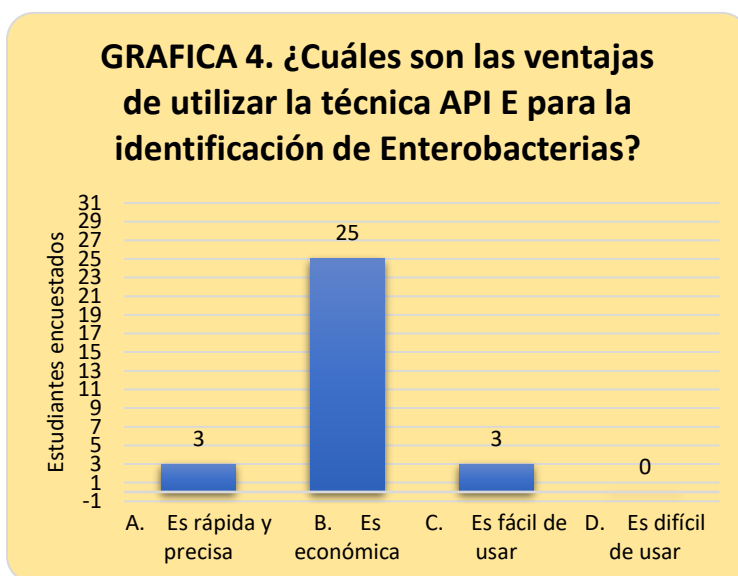
En la gráfica N.º 2 encontramos la segunda pregunta: ¿Cuáles son las características principales de las Enterobacteria? Para este ítem tenemos los siguientes resultados: A: son Gram positivas; 10 personas marcaron esta opción, lo que equivale al 32,5%, mientras que 10 personas marcaron correctamente la B: Gram negativa; esto corresponde a un 32,5%. Sin embargo, la cantidad restante consideró marcar la opción C: Son patógenas; este valor es semejante al 35% de los estudiantes encuestados. Por lo tanto, se ve evidenciada la importancia de implementar el aprendizaje de las enterobacterias a través del OVA, debido a que se encuentran contenidos relacionados con el método APIE.



**Ilustración 23.** ¿Qué es la técnica APIE?

Fuente: Campo & Rangel (2025)

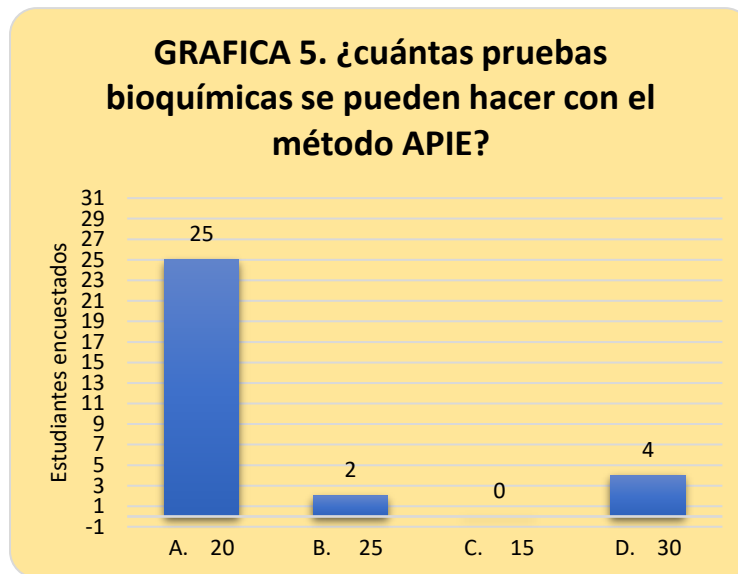
En la gráfica N.º 3 encontramos la tercera pregunta: ¿Qué es la técnica APIE? Podemos observar que 10 personas marcaron la respuesta correcta A: una técnica para identificar bacterias, la cual equivale a un 32,5%, mientras que 10 personas marcaron la respuesta B: una técnica para medir la sensibilidad a los antibióticos, por lo que es semejante a un 32,5%. Por otro lado, 11 seleccionaron la respuesta C: Una técnica para determinar la concentración de proteínas; esto representa a un 35% de los estudiantes que respondieron de manera equivocada. Esto evidencia la falta de conocimiento referente a la técnica APIE, por lo tanto, es necesario el uso del OVA para fortalecer el aprendizaje con base en esta técnica.



**Ilustración 24. ¿Cuáles son las ventajas de utilizar la técnica API E para la identificación de Enterobacterias?**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

En la gráfica N 4 encontramos la pregunta número cuatro ¿Cuáles son las ventajas de utilizar la técnica APIE para la identificación de Enterobacterias?, para esta pregunta encontramos que 25 persona marcaron la respuesta B: Es económica, esto equivale al 86%, mientras que 3 personas marcaron la respuesta C: Es fácil de usar, está respuesta representa al 6%, mientras que 4 personas marcaron la opción correcta A: Es rápida y precisa, esto se asemeja al 8% de los encuestados. Demostrando que los estudiantes no tienen ideas suficientes de la técnica APIE, para la identificación del metabolismo de las enterobacterias. Por lo tanto, nace la necesidad de querer reforzar estos aspectos a través de la herramienta OVA, para garantizar un aprendizaje significativo.

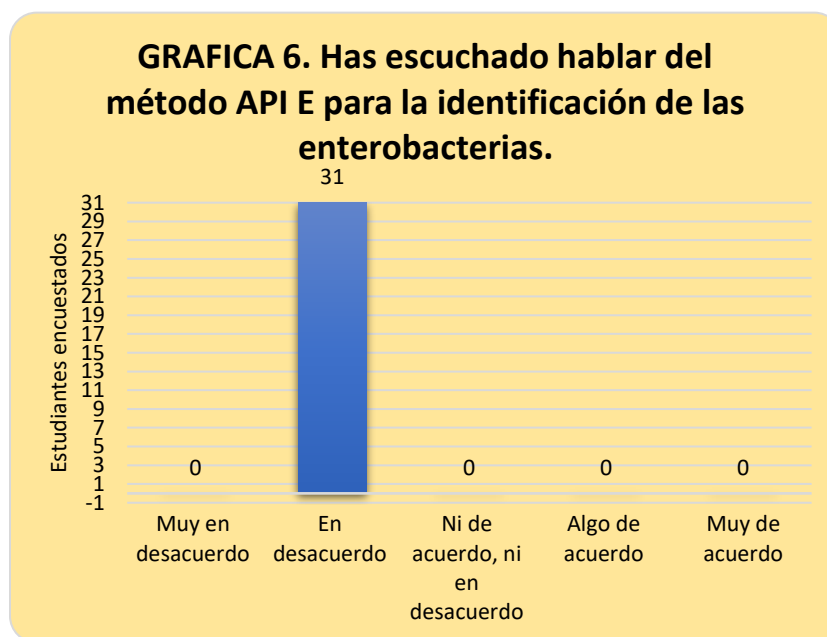


**Ilustración 25. ¿Cómo contribuye el OVA al aprendizaje del metabolismo de las enterobacterias?**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

En la gráfica N 5 encontramos la quinta pregunta: ¿Cómo contribuye el OVA al aprendizaje del metabolismo de las enterobacterias? Los 31 estudiantes respondieron de la siguiente manera: 25 marcaron la respuesta A: permite combinar teoría y prácticas; esto equivale al 86% de los estudiantes, mientras que 2 personas marcaron la respuesta B: Solo presenta información teórica, demostrando el 6,9% de los estudiantes, para luego la cantidad restante marcar la opción D: Evalúa sin ofrecer actividades didácticas, por lo que equivaldría a un 8%. Por lo tanto, los estudiantes consideran que las herramientas digitales como es el OVA son útiles para aplicar técnicas de aprendizaje, debido a que son muy prácticas para contener una serie de contenidos teóricos.

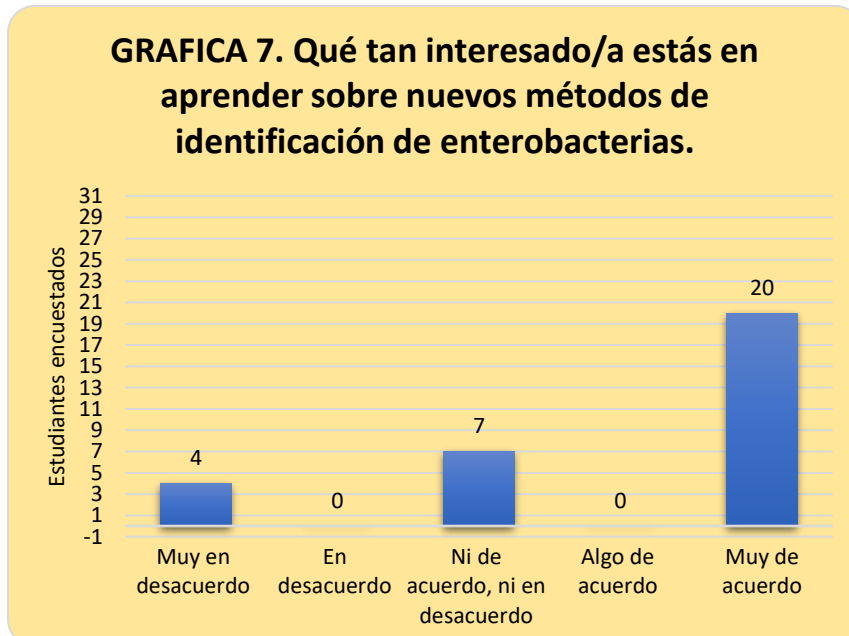
**Segunda Sección.** Corresponde a las preguntas tipo Likert (muy desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, algo de acuerdo y muy de acuerdo) y corresponde a los Ítems 6, 7, 8, 9 y 10.



**Ilustración 26. Has escuchado hablar del método API E para la identificación de enterobacterias.**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

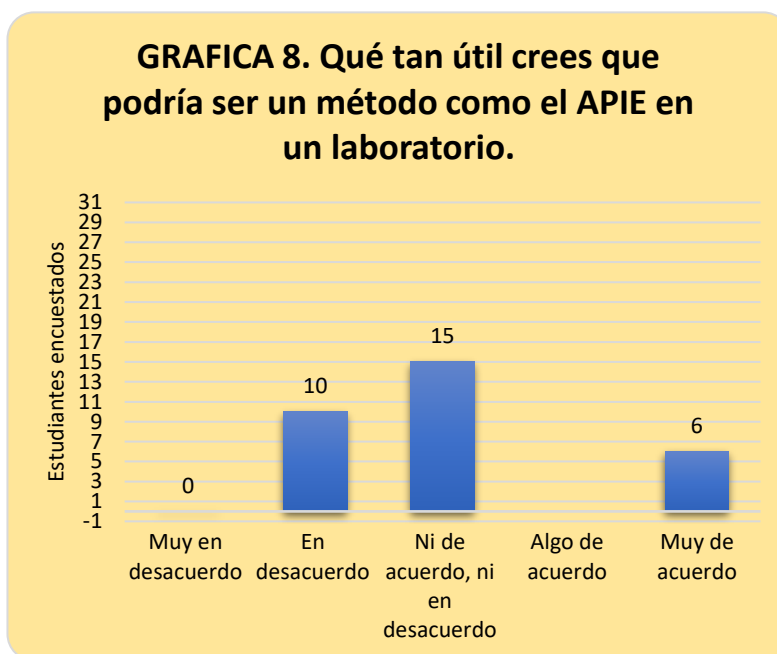
En la gráfica N 6 encontramos la pregunta número seis: ¿Has escuchado hablar del método APIE para la identificación de las bacterias? Los resultados del pretest demuestran que los 31 estudiantes marcaron en desacuerdo, equivaliendo a un 100% de los estudiantes, dando a entender que no conocen la técnica APIE. Esto subraya la importancia del uso del OVA para generar un aprendizaje teórico-práctico sobre el uso adecuado del método APIE en la identificación de las enterobacterias, proporcionando que los estudiantes adquieran una comprensión adecuada de los conceptos más básicos a los más complejos.



**Ilustración 27. Qué tan interesado/a estás en aprender sobre nuevos métodos de identificación de enterobacterias.**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

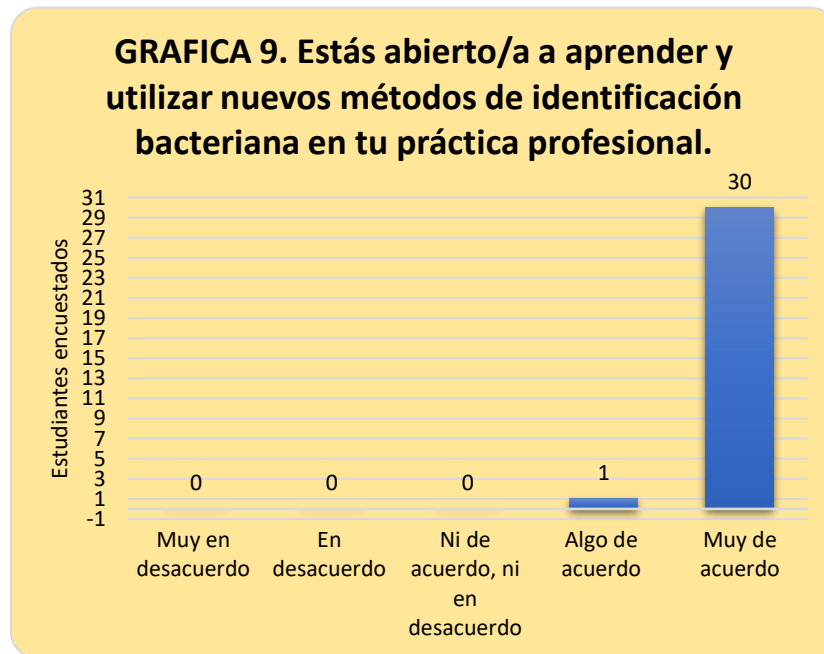
En la gráfica N° 7, que contiene la pregunta número siete (Qué tan interesado estás en aprender sobre un nuevo método de identificación de enterobacterias), encontramos que 20 estudiantes marcaron la opción E: Muy de acuerdo, esto equivale a un 64% de los estudiantes encuestados; por otro lado, 7 personas marcaron la respuesta C. Ni de acuerdo ni en desacuerdo, equivaliendo a un 22%, mientras que el 12% restante de los encuestados marcó la opción A: En desacuerdo. Estos resultados demuestran que los estudiantes contienen un alto interés en conocer la técnica APIE. Esto genera una posición muy viable para adquirir nuevos conocimientos, lo que favorece la implementación de la herramienta digital conocida como OVA.



**Ilustración 28. Qué tan útil crees que podría ser un método como el APIE en un laboratorio.**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

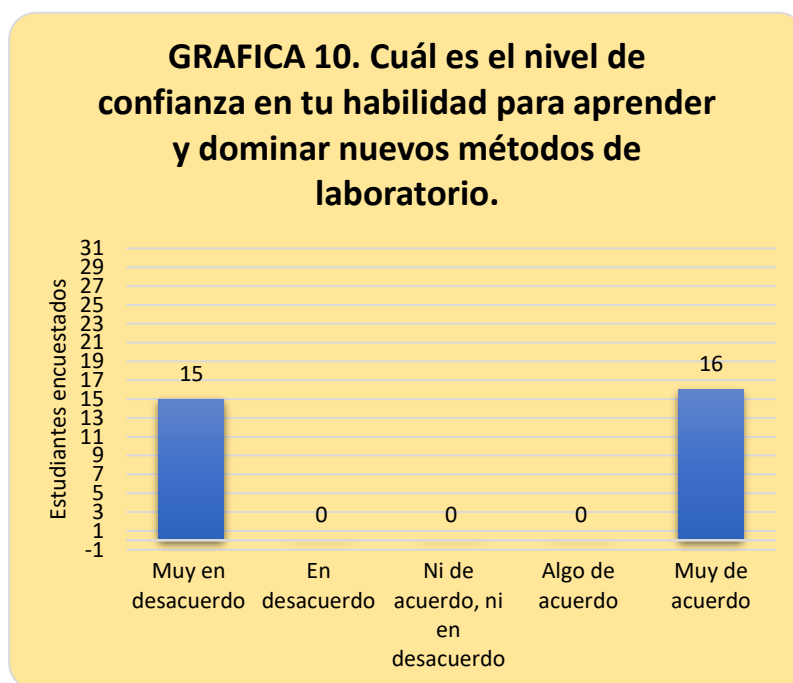
En la gráfica N° 8 encontramos la pregunta número ocho: ¿Qué tan útil crees que podría ser un método como el APIE en un laboratorio? Encontramos que 15 estudiantes marcaron en C: Ni de acuerdo ni en desacuerdo; esto equivale a un 48% de los encuestados, mientras que 10 personas marcaron la opción B: En desacuerdo, esto equivale al 32% de los encuestados; por otra parte, 6 personas marcaron la opción E: Muy de acuerdo, equivalen a un 20% de los encuestados. Esto demuestra que la mayoría de los encuestados consideran que la técnica no es lo suficientemente práctica en un laboratorio; por lo tanto, es importante el uso apropiado de esta técnica para la demostración de la identificación de bacterias de manera rápida y precisa para cambiar esta percepción y aumentar su apreciación de su utilidad.



**Ilustración 29. Estás abierto/a aprender y utilizar nuevos métodos de identificación bacteriana en tu práctica profesional.**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

En la gráfica N 9 encontramos la pregunta número nueve: ¿Estás abierto a aprender a utilizar nuevos métodos de identificación bacteriana en tu práctica profesional? Hallamos que 30 estudiantes marcaron . Muy de acuerdo, demostrando un 97% de los encuestados, mientras que 1 estudiante marcó D: algo de acuerdo, equivaliendo a un 3% de los encuestados; por lo tanto, podemos apreciar que los estudiantes se encuentran interesados en aprender un nuevo método de cómo identificar las bacterias para ampliar sus conocimientos con base en esto. Esto facilita la aplicación del OVA como estrategia para el estudio del método APIE, ya que garantiza demostrar la eficacia del estudio del metabolismo e identificación de las enterobacterias dentro de un laboratorio, proporcionando resultados casi instantáneos.



**Ilustración 30. ¿Cuál es tu nivel de confianza en tu habilidad para aprender y dominar un nuevo método de laboratorio?**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

En la gráfica N 10, décima pregunta, "¿Cuál es tu nivel de confianza en tu habilidad para aprender y dominar un nuevo método de laboratorio?", encontramos que 15 estudiantes marcaron la respuesta A: Muy en desacuerdo, esto equivale al 48% de los estudiantes; ahora bien, 16 estudiantes consideran la opción E: Muy de acuerdo, mostrando un 52% de los estudiantes. Estos datos indican que más de la mitad de los estudiantes se sienten confiados en sus habilidades de aprendizaje y dominio para adquirir nuevos conocimientos metodológicos y didácticos sobre temas de microorganismos. Esto nos brinda una ventaja para incorporar la técnica APIE, debido a que contiene muchas herramientas fundamentales para implementar el estudio del metabolismo de las enterobacterias.

## 4.2 Descripción del OVA

**Modo de uso:** Para el ingreso del recurso didáctico OVA, titulado; OVA Interactiva de Aprendizaje Dinámico (**Ilustración 31**), los estudiantes podrán darle clic o copiar y pegar en Google el link que lo llevaran directamente al enlace donde está la herramienta digital; a continuación, se proporciona link donde los estudiantes podrán ingresar: <https://view.genially.com/67bb8558bda0808d191fda12/presentation-ova-interactiva-de-aprendizaje-dinamico>



**Ilustración 31. Ingreso al recurso didáctico OVA**

Una vez dentro del OVA, se encontrarán con el título del proyecto de investigación, titulado; Diseño de una Propuesta Didáctica mediadas por Tecnologías (OVA) e Investigación Dirigida para Fortalecer la Enseñanza de Metabolismo E Identificación En Enterobacterias (**Ilustración 32**).



**Ilustración 32.** Portada del OVA

Posteriormente, encontraremos información relativa de los integrantes y ejecutores de la herramienta digital OVA (**Ilustración 33**).



**Ilustración 33.** Información relativa de los autores

A continuación, se muestra el listado del contenido que contiene el OVA (**Ilustración 34**)

- Introducción.
- Método APIE: Proceso.
- Guía de laboratorio.
- Estudios de casos.
- Juegos como quien quiere ser millonario.
- Juego de las enterobacterias.



**Ilustración 34.** Listado de contenido

Proseguimos con la introducción, aquí se encontrará un informe descriptivo sobre el propósito del OVA en la enseñanza del metabolismo e identificación de las enterobacterias, además, del por qué se escogió esta estrategia para llevar a cabo el objetivo del proyecto de investigación (**Ilustración 35**).



**Ilustración 35.** Introducción del OVA

En el transcurso del OVA encontraremos el paso a paso de cómo se usa el método APIE, junto con los resultados obtenidos en el laboratorio, esto con el fin de enseñar el método APIE (**Ilustración 36**).



**Ilustración 36.** Paso a paso del método APIE

También, tenemos una guía de laboratorio, dónde está insertado un marco teórico sobre las enterobacterias, una tabla de cómo se lee los posibles casos obtenido en un laboratorio, los materiales de laboratorio, el paso a paso y más como se lee los resultados del método APIE (Ilustración 37).



**Ilustración 37.** Guía de laboratorio en el OVA

Ahora bien, se encontrara los diferentes estudios de caso, con las 6 enterobacterias utilizadas en el laboratorio, tales como: *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Enterobacter sp*, *Serratia marcescens*, *E.coli* y *Proteus*. Estos estudios de caso se diseñaron con el propósito de que

el estudiante comprenda la importancia del estudio de las enterobacterias en un área clínica y la importancia de usar la técnica APIE en la identificación de las bacterias. (**ilustración 38**).



**Ilustración 38.** Estudios de casos en el OVA

Seguidamente, el OVA finaliza con dos series de juegos virtuales donde el estudiante aprenderá mientras juega; el primer juego, llamado quien quiere ser millonario (**ilustración 39**), consiste en una serie de preguntas sobre las enterobacterias en la cual el estudiante deberá marcar

correctamente para poder avanzar a la siguiente pregunta, además el juego facilita distintas opciones, tales como: llamada a alguien, un 50/50 o pregunta al público.



**Ilustración 39.** Juego, quien quiere ser Millonario.

Por otro lado, se tiene el segundo juego, titulado: juego de las enterobacterias (**ilustración 40**), este recuerdo interactivo consiste en darle clic a un dado para que marque un número que va del 1 al 6, así mismo, el participante podrá moverse desde la casilla de inicio hasta llegar a la casilla

final, en el camino se encontrará preguntas de enterobacterias, también se van a encontrar con casillas que indiquen que pierde o continúa el turno.



**Ilustración 40.** Juego de las enterobacterias

### 4.3 Ventajas y desventajas

#### **Ventajas.**

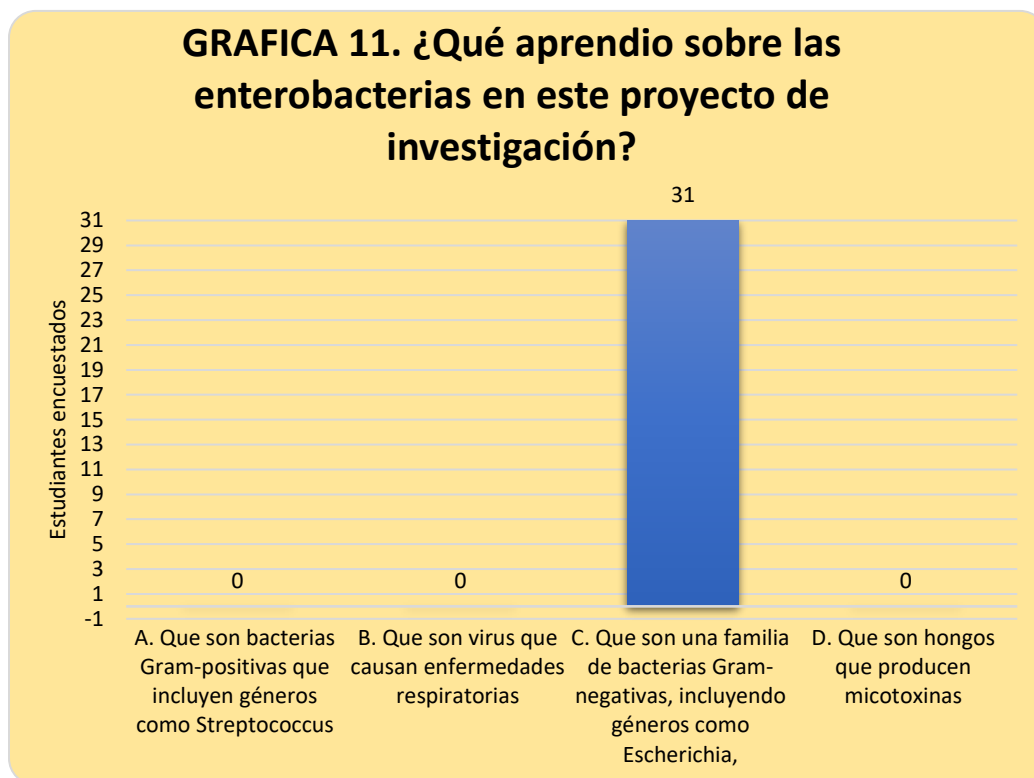
Es una herramienta virtual que nos brinda muchos recursos para facilitar los métodos de enseñanza en los estudiantes, este método es muy útil debido a sus capacidades fundamentales de ser más dinámico en el contenido presentado, además proporciona mayor comodidad a los docentes para llevar a cabo sus clases, por otro lado, se acopla a los diferentes métodos de enseñanza y de aprendizaje.

**Desventajas.**

El mal uso de este recurso virtual podría afectar negativamente en el aprendizaje de los estudiantes, por otro lado, si se presentan dudas no hay manera de que al estudiante se le pueda aclarar sus inquietudes, por lo tanto, puede llegar a ser una limitación al conocimiento.

#### 4.4 RESULTADOS DEL POSTEST

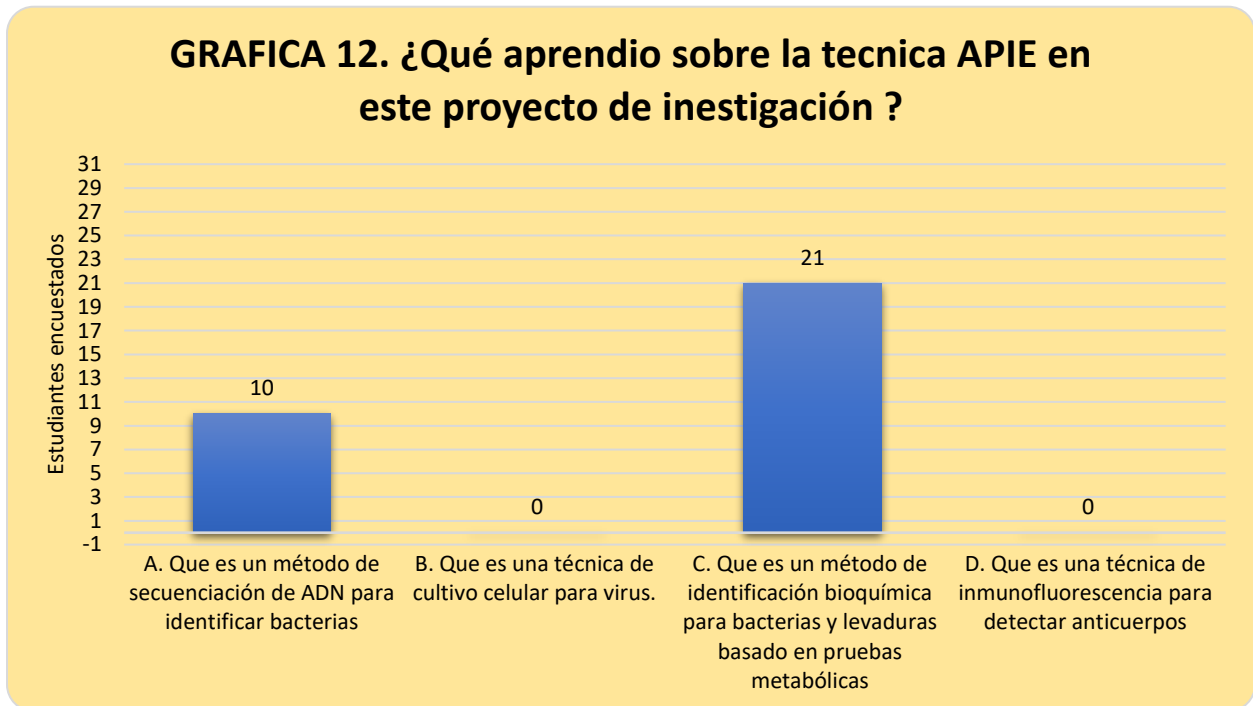
**Primera Sección.** Corresponde a las preguntas de selección múltiple y corresponde a los Ítems 1, 2, 3, 4 y 5.



**Ilustración 41.** ¿Qué aprendió sobre las Enterobacterias en este proyecto de investigación?

Fuente: Campo & Rangel (2025)

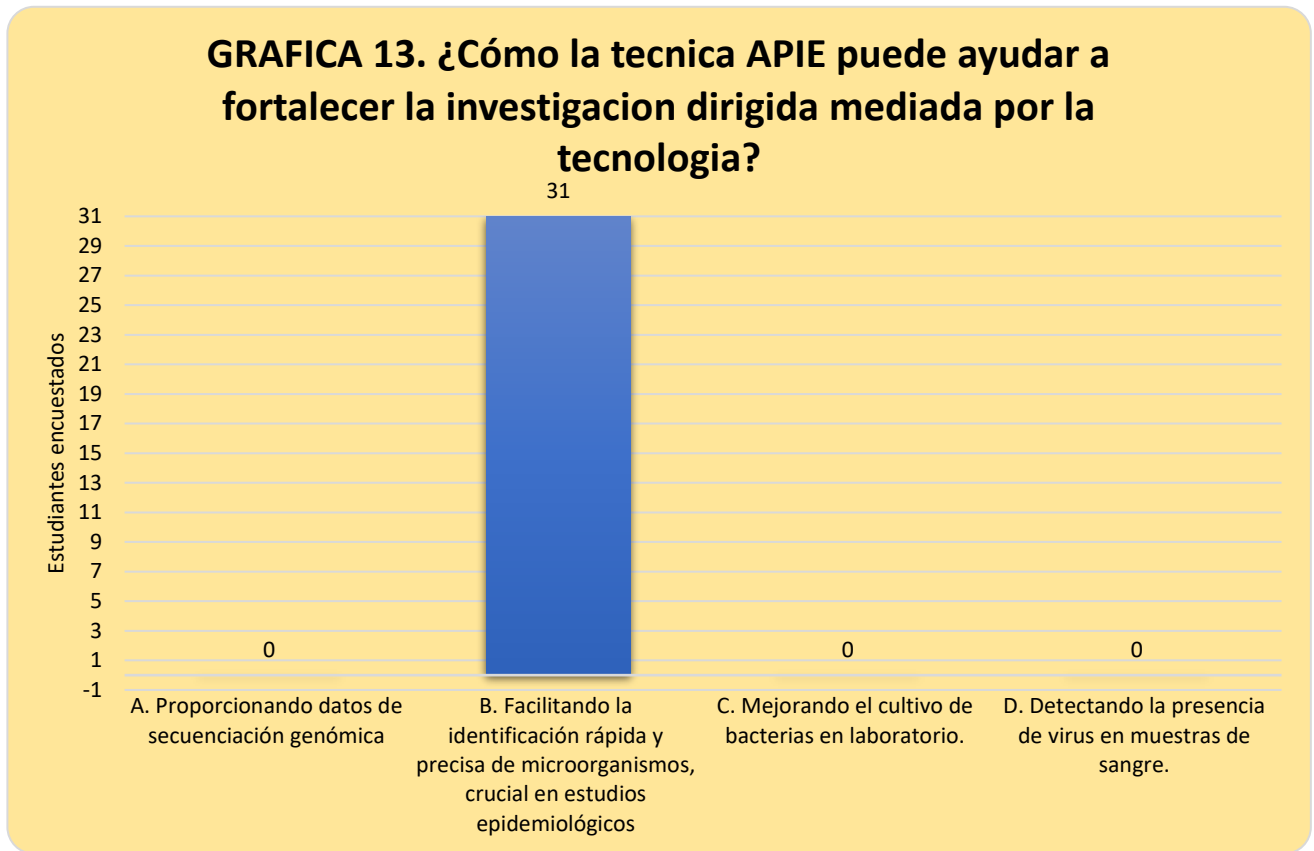
En la gráfica N.º 11 encontramos la primera pregunta: ¿Qué aprendió sobre las enterobacterias en este proyecto de investigación? Encontramos que los 31 estudiantes marcaron la respuesta C: que son una familia de bacterias gramnegativas incluyendo géneros como Escherichia, Salmonella y Klebsiella. Esto equivale al 100% de los encuestados. Esto demuestra que los estudiantes adquirieron un conocimiento significativo a través de la técnica APIE, por lo tanto se puede apreciar la eficacia de este método para el aprendizaje de las enterobacterias.



**Ilustración 42.** ¿Qué aprendió sobre la técnica APIE en este proyecto de investigación?

Fuente: Campo & Rangel (2025)

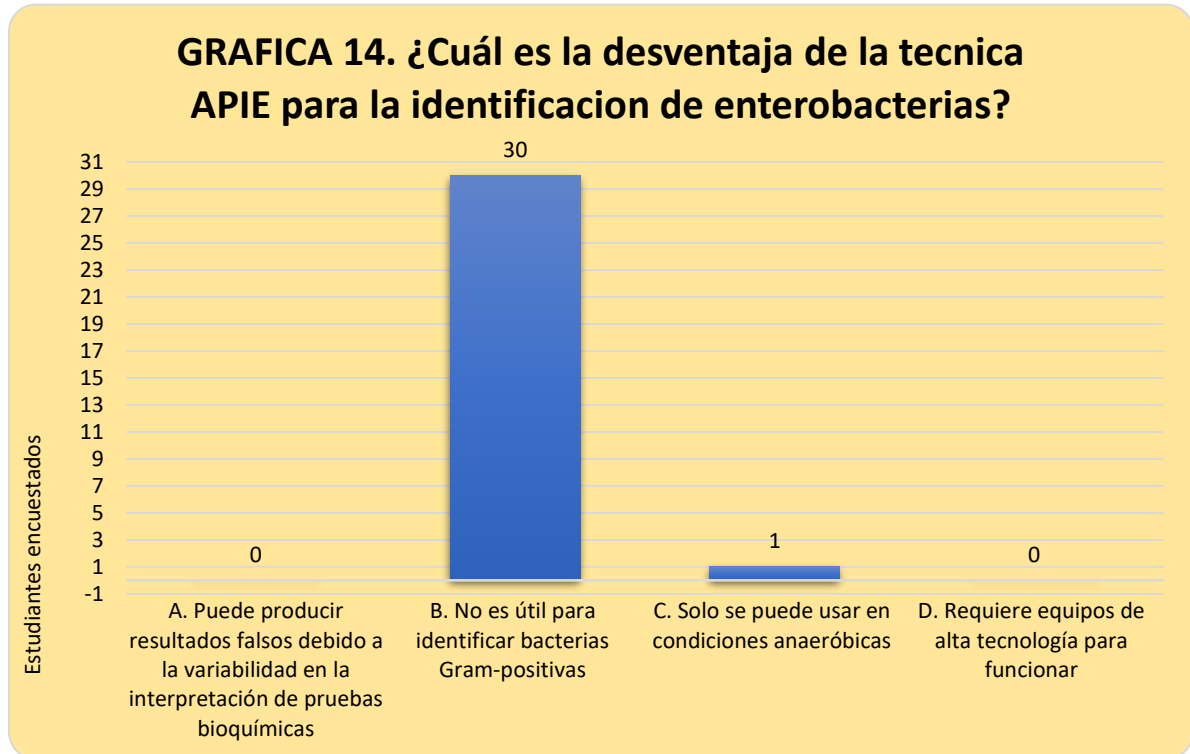
En la gráfica N° 12 encontramos la segunda pregunta: ¿Qué aprendió sobre la técnica APIE en este proyecto de investigación? En este caso tenemos a 10 personas que marcaron la respuesta A: Que es un método de secuencia de ADN para identificar bacterias; esto equivale al 32,3% de los encuestados. Otras 21 personas marcaron la respuesta C: Que es un método de identificación bioquímica para bacterias y levaduras basado en pruebas metabólicas, lo que equivale al 67,7% de los estudiantes. Esto demuestra la importancia de aplicar el método APIE para facilitar los métodos de enseñanza hacia los estudiantes, debido a que la mayoría de ellos marcaron correctamente la pregunta.



**Ilustración 43.** ¿Cómo la técnica APIE puede ayudar a fortalecer la investigación dirigida mediada por las tecnologías?

Fuente: Campo & Rangel (2025)

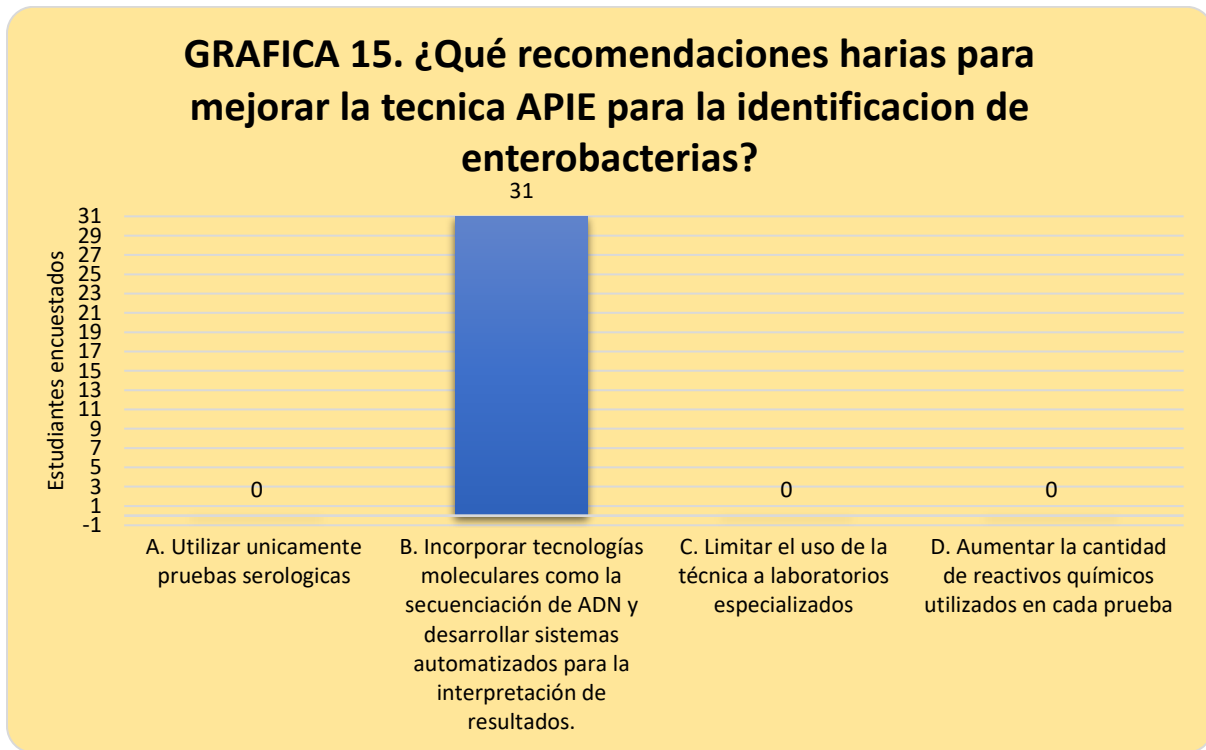
En la gráfica N 13 encontramos en la tercera pregunta que dice ¿ Como la técnica APIE puede ayudar a fortalecer la investigación dirigida mediado por la tecnología?, encontramos que los 31 estudiantes marcaron la respuesta B : Facilitando la identificación rápida y precisa en microorganismo crucial en estudio Epistemológicos, eso equivale al 100% de los encuestados, por lo tanto indica la efectividad de la tecnología para mejorar la investigación dirigida en los estudiantes con el fin de que sean protagonistas de sus propios conocimientos a través de herramientas orientadas por un asesor especialista en la técnica y manejo apropiado de OVA.



**Ilustración 44. ¿Cuál es la desventaja de la técnica API E para la identificación de Enterobacterias?**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

En la gráfica N 14 encontramos en la pregunta número cuatro: ¿cuál es la ventaja de la técnica APIE para la identificación de enterobacterias? En este caso encontramos que 30 estudiantes marcaron la respuesta correcta B: no es útil para identificar bacteria grampositiva; esto equivaldría a un 97% de los estudiantes encuestados, dejando así a un 3% restante que marcaron la respuesta C: solo se puede usar en condiciones anaeróbicas. Según los datos obtenidos, podemos analizar que los estudiantes diferencian entre bacterias grampositivas y gramnegativas, entienden que esta técnica solo sirve para identificar enterobacterias que normalmente son negativas.

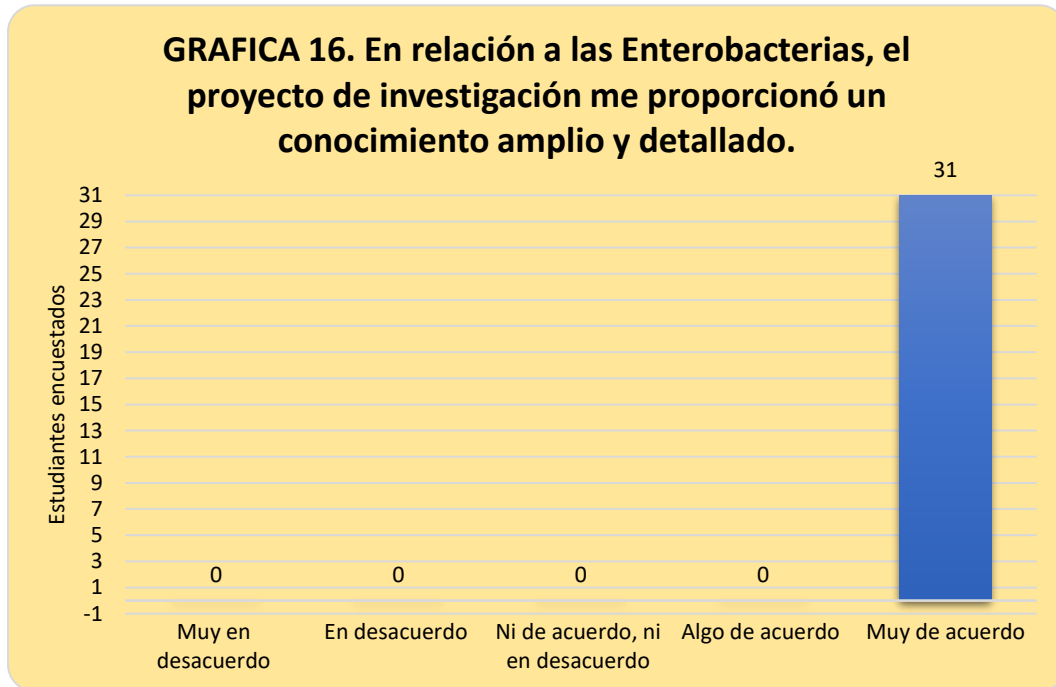


**Ilustración 45.** ¿Qué recomendaciones haría para mejorar la técnica API E para la identificación de Enterobacterias?

Fuente: Campo & Rangel (2025)

En la gráfica N 15, encontramos en la pregunta número cinco, ¿Qué recomendaciones harías para mejorar la técnica APIE para la identificación de enterobacterias?, que 31 estudiantes marcaron la respuesta B: incorporar tecnología molecular como la secuencia de ADN y desarrollar sistemas automatizados para la interpretación de resultados, equivaliendo al 100% de la población encuestada. Con base en estos resultados podemos analizar que la mayoría de los estudiantes comprendieron bien la técnica APIE para la identificación de las enterobacterias.

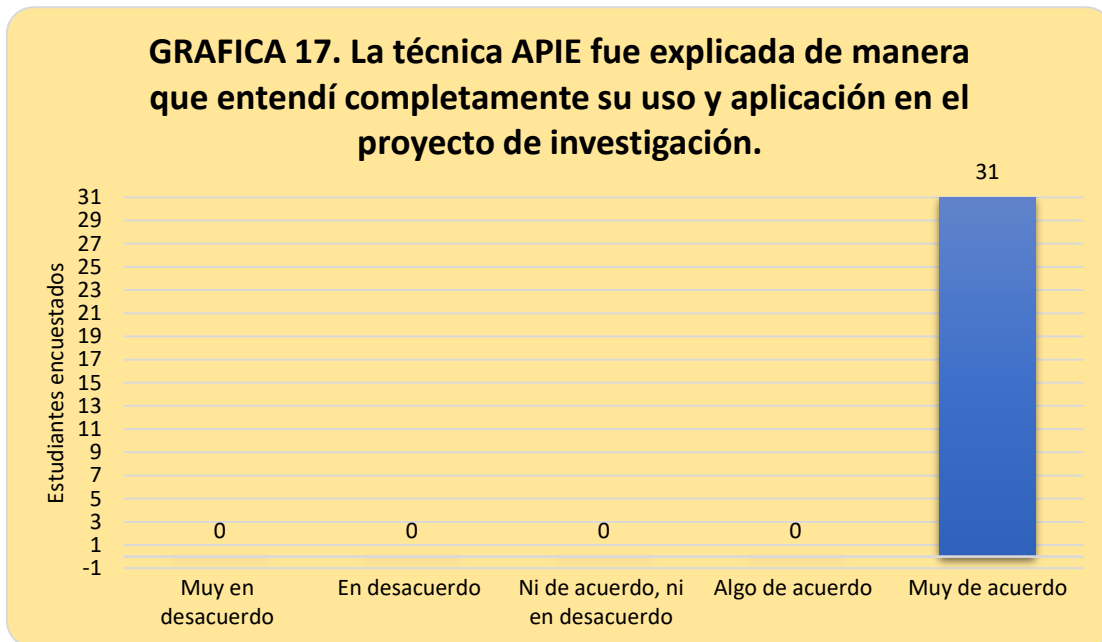
**Segunda Sección.** Corresponde a las preguntas tipo Likert (muy desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, algo de acuerdo y muy de acuerdo) y corresponde a los Ítems 6, 7, 8, 9 y 10.



**Ilustración 46.** En relación a las Enterobacterias, el proyecto de investigación me proporcionó un conocimiento amplio y detallado

Fuente: Campo & Rangel (2025)

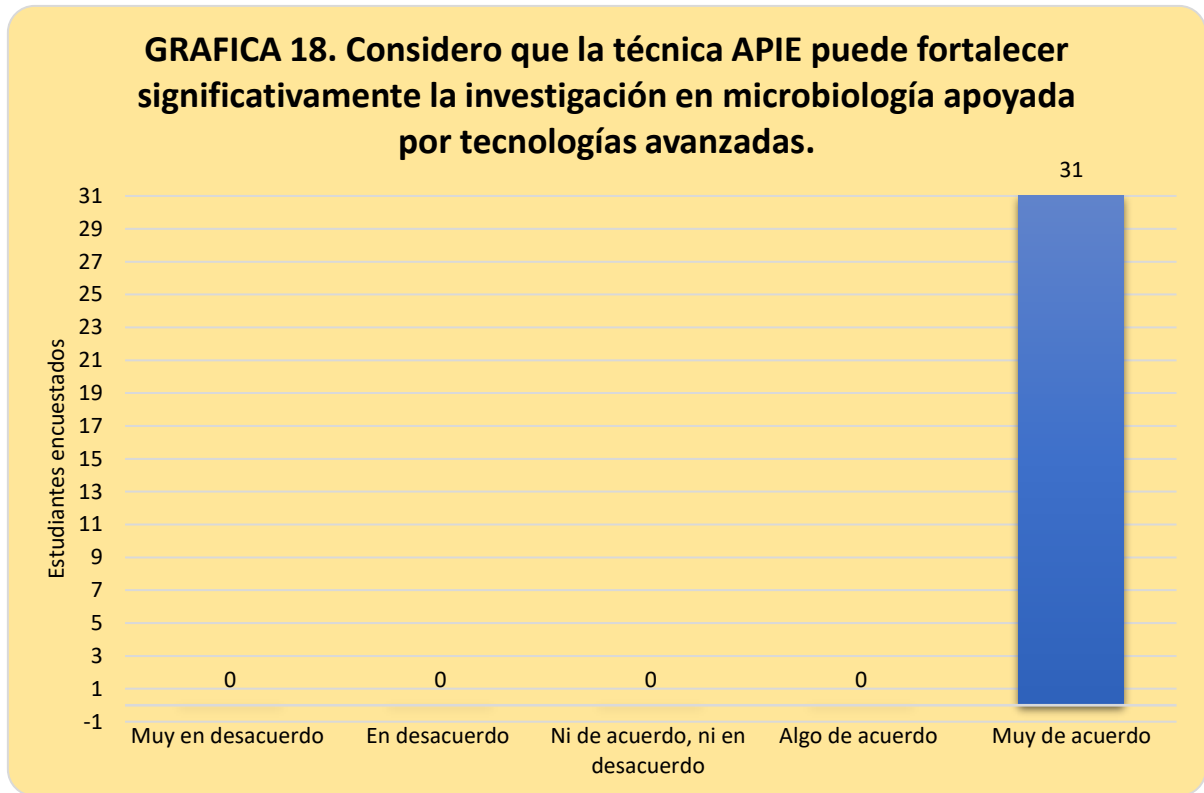
En la gráfica N 16 encontramos la pregunta número seis. En relación con las enterobacterias, el proyecto de investigación me proporcionó un conocimiento amplio y detallado. Podemos analizar que los 31 estudiantes encuestados consideran que esta técnica fue muy útil en su aprendizaje y por la cual marcaron en su totalidad la opción E: Muy de acuerdo, indicando una mejoría en sus conocimientos previos sobre la identificación de las enterobacterias.



**Ilustración 47. La técnica API E fue explicada de manera que entendí completamente su uso y aplicación en el proyecto de investigación**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

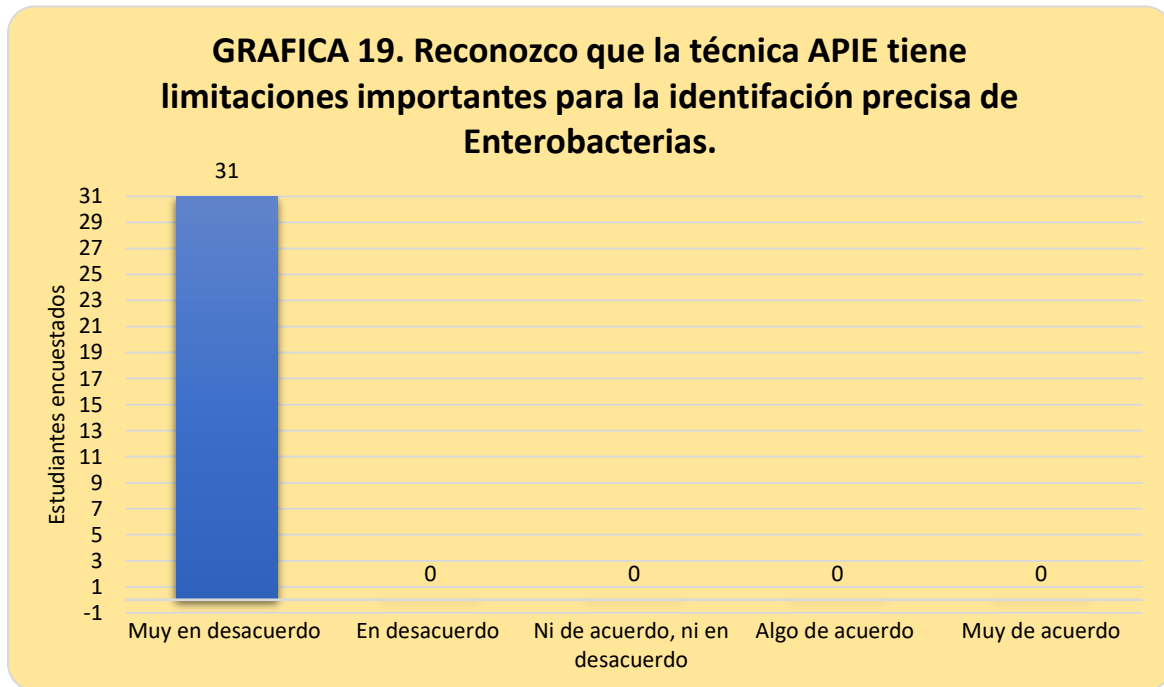
En la gráfica N.º 17 encontramos la pregunta número siete. La técnica APIE fue explicada de manera que entendí completamente su uso y aplicación en el proyecto de investigación; aquí encontramos que los 31 encuestados marcaron la opción E: muy de acuerdo, generando que todos coincidan en que las explicaciones fueron prudentes y apropiadas para poder entender la técnica.



**Ilustración 48.** Considero que la técnica API E puede fortalecer significativamente la investigación en microbiología apoyada por tecnologías avanzadas

Fuente: Campo & Rangel (2025)

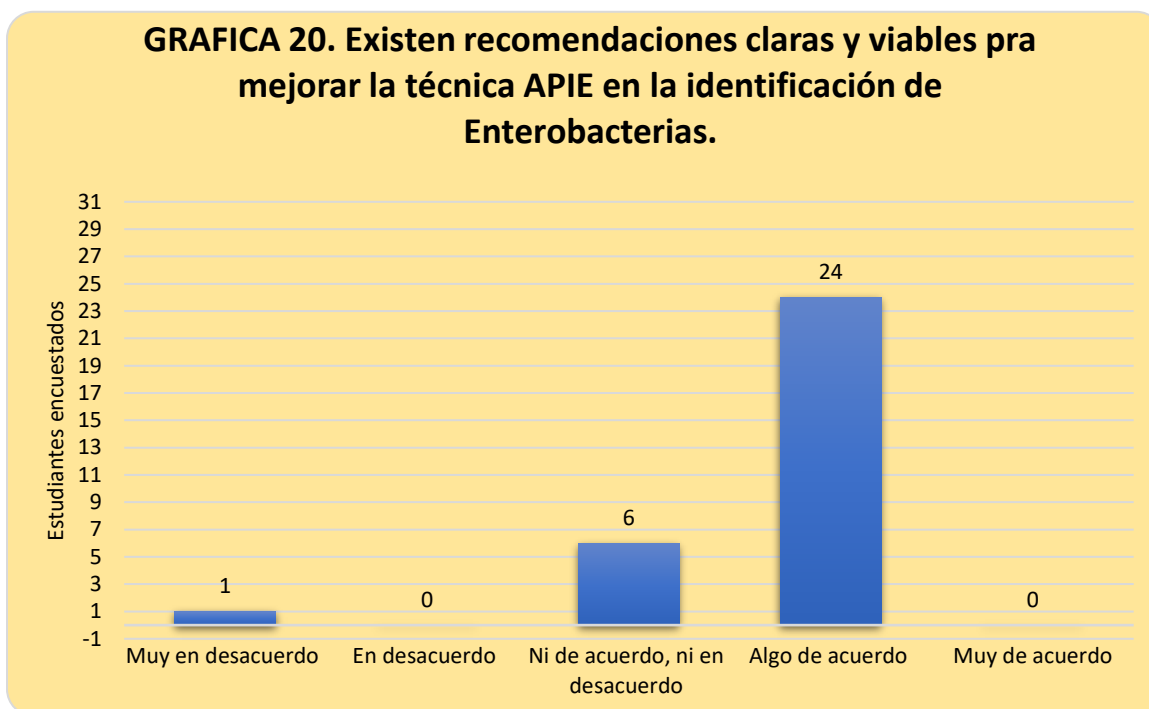
En la gráfica 18 encontramos la pregunta octava. Considero que la técnica APIE puede fortalecer significativamente la investigación en microbiología apoyada por tecnología avanzada. Basados en los datos recolectados en la gráfica, podemos analizar que el 100% de los encuestados marcaron que están muy de acuerdo en que la técnica puede fortalecer significativamente los métodos de enseñanza de la microbiología apoyada por avances tecnológicos, temas como el OVA y entre otros recursos didácticos que puedan facilitar el aprendizaje.



**Ilustración 49. Reconozco que la técnica API E tiene limitaciones importantes para la identificación precisa de Enterobacterias**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

En la gráfica N 19 encontramos la pregunta número nueve. Reconozco que la técnica APIE tiene limitaciones importantes para la identificación precisa de enterobacterias; aquí encontrábamos que todos los estudiantes encuestados concuerdan en marcar la opción "muy en desacuerdo", debido a que ellos consideran que la técnica es muy útil para el ámbito de la enseñanza, por lo tanto sus limitaciones no son impedimento para su uso en la Universidad Popular del Cesar en la carrera de licenciatura en Ciencias Naturales, en la asignatura de Microbiología.



**Ilustración 50. Existen recomendaciones claras y viables para mejorar la técnica API E en la identificación de Enterobacterias**

Fuente: Campo & Rangel (2025)

En la gráfica N° 20 encontramos la décima pregunta: Existen recomendaciones claras y viables para mejorar la técnica API E en la identificación de enterobacterias; en este caso observamos resultados muy variados, donde 1 estudiante consideró la opción A: Muy desacuerdo, equivaliendo a un 77%. Posteriormente, encontramos que 6 estudiantes marcaron la opción C: Ni de acuerdo ni en desacuerdo; esto representa 3.2% de los estudiantes, y el restante de los estudiantes consideraron la opción D: Algo de acuerdo, proporcionando así un 19.8%. Con base en esto podemos analizar que los encuestados indican que no tienen alguna recomendación para mejorar esta técnica. Por lo tanto, este proyecto es factible para la enseñanza del método APIE, para el estudio del metabolismo e identificación de las enterobacterias.

## CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

1. Se logró obtener la información sobre los conocimientos previos que tienen los estudiantes sobre el método APIE, para el metabolismo e identificación de las enterobacteria, esto fue gracias al diseño de un pretest, que fue aplicado a dos grupos de estudiantes, dónde uno se tomará como prueba diagnóstica y el otro como una pre-prueba, ahora bien, cuyo resultados arrojaron que los estudiantes tienen ciertas dificultades en la ampliación de sus conocimientos sobre las enterobacterias, además, no conocen el método APIE y se rigen por un método tradicional, lo que genera obtener resultado más prolongados, y dificultad en sus métodos de aprendizaje.

2. Posteriormente, se dio a conocer el OVA con los estudiantes que realizaron la prueba diagnóstica, es decir con los que están en la carrera de licenciatura en ciencias naturales, en la asignatura de microbiología, en este recurso didáctico encontraron contenidos como: un paso a paso, guía de laboratorio, estudios de casos y distintos juegos interactivo, además, los estudiantes quedaron fascinado con el método APIE y exclamaron de manera sorprendente lo útil que es esta técnica, no solo para el aprendizaje, sino para otros ámbitos de la vida que estén relacionados con la salud.

3. Finalmente se llevó a cabo un postest, para evaluar que tanto aprendieron los estudiantes a través del OVA, y los resultados fueron positivos, debido a que se evidencia la efectividad del recurso didáctico como método de estudio, para la indagación del método APIE, sin duda alguna

está herramienta digital es demasiado útil, por lo tanto, está a la disposición de todo el que quiera aprender la técnica.

## 5.2. Recomendaciones

1. Mejorar la técnica para la identificación de las enterobacterias gram positiva, debido a que solamente es útil para las bacterias gram- negativas, dado el caso que esto fuese posible brindaría mejores posibilidades en el campo de la microbiología. Para esto se recomienda ampliar los conocimientos sobre el método APIE para encontrar herramientas que faciliten el proceso de enseñanza en torno a la microbiología.

2. Capacitar a los docentes de licenciatura en ciencias naturales en la asignatura de microbiología, sobre el método APIE a través del OVA para que ellos puedan aplicarlos en sus planes de clase como método de aprendizaje.

## Referencias Bibliográficas

Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Oliva-Martínez, J. M., & Aragón-Méndez, M. D. M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. *Revista científica*, (32), 193-206.

Aguilera( se escribe solo el primer apellido) Morales, D., Martín-Páez, T., & Valdivia-Rodríguez, V. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de

la producción española: Inquiry-based Science Education. A systematic review of Spanish production.

**Bastidas España**, J., Guerrero Delgado, J., & Jaramillo de la Portilla, F. (2012). Cartilla interactiva de educación musical para la enseñanza-aprendizaje de las músicas tradicionales de la zona andina del departamento de Nariño

Davin-Regli, A., Lavigne, JP y Pagès, JM (2019). Enterobacter spp.: actualización sobre taxonomía, aspectos clínicos y resistencia antimicrobiana emergente. Revisión de microbiología clínica , 32 (4), 10-1128.

**Gordillo Moreno**, L. (2017). Microorganismos en la escuela: diseño de una propuesta didáctica mediante investigación dirigida

Gutiérrez, J. C. L., & Ones, I. P. (2018). ¿ Por qué es necesaria una didáctica específica para la educación Superior?. Revista Científica ECOCIENCIA, 5(1), 1-17.

García, T., Cifuentes, W., Bolaño, J., Rondón, M., & Hoz, E. (2018). Obstáculos didácticos del docente de matemática en el proceso enseñanza-aprendizaje de la educación básica secundaria y media en el municipio de Valledupar.

Gomes, TA, Elias, WP, Scaletsky, IC, Guth, BE, Rodrigues, JF, Piazza, RM, ... & Martinez, MB (2016). Escherichia coli diarreica. revista brasileña de microbiología , 47 , 3-30.

**Hernández Cano**, M. Á., & Benítez Pérez, A. A. (2018). La enseñanza de las ciencias experimentales a partir del conocimiento pedagógico de contenido. Innovación educativa (México, DF), 18(77), 141-163.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., & Stahl, D. A. (2020). Brock. Biología de los microorganismos. Pearson.

Maceda-Blanco, M. (2018). Desarrollo del método científico a través de la investigación dirigida y el aprendizaje cooperativo en 2º ESO (Master's thesis).

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2018). Lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental. Bogotá: MEN.

Navarro, F., Miró, E., & Mirelis, B. (2010). Lectura interpretada del antibiograma de enterobacterias. *Enfermedades Infecciosas y microbiología clínica*, 28(9), 638-645.

Orozco, I., & Moriña, A. (2020). Estrategias Metodológicas que Promueven la Inclusión en Educación Infantil, Primaria y Secundaria. *Revista Internacional de Educación para la Justicia social*, 9(1).

Paczosa, MK y Meccas, J. (2016). *Klebsiella pneumoniae*: atacar con una defensa fuerte. *Revisiones de microbiología y biología molecular*, 80 (3), 629-661.

Pérez, G. M., Galindo, A. A. G., & Galli, L. G. (2018). Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 210101-210113.

Penso, R. A. (2015). El taller como estrategia metodológica para estimular la investigación en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior. *Boletín redipe*, 4(10), 49-55.

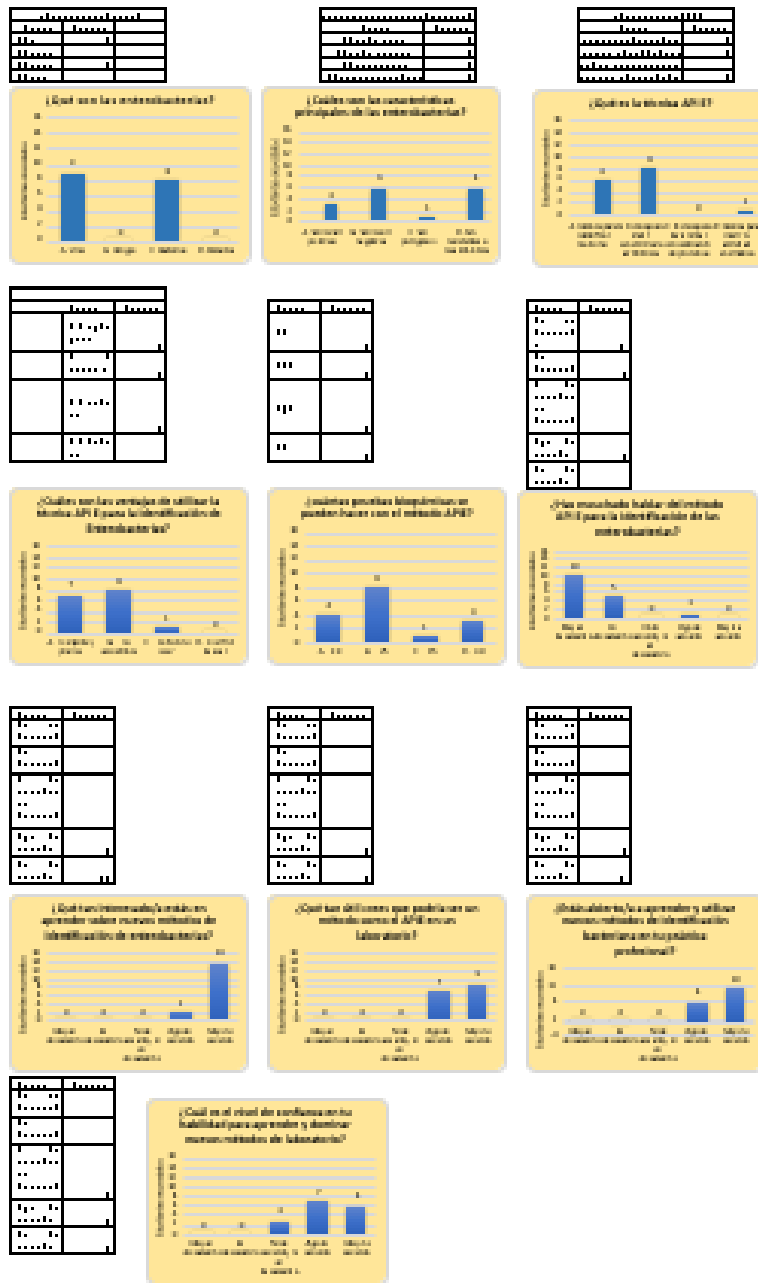
Pino, L. A. R., & Gómez, E. D. (2016, September). La investigación dirigida como estrategia metodológica, para orientar prácticas experimentales de biología. In VII Coloquio Internacional de Educación.

- Ramirez Robles, M. M., & Lluman Marcatoma, P. L. (2020). Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda almacenada en centros de acopio de la provincia de Chimborazo.
- Segura, A. M., Sibaja, E. C., & Rodriguez, K. C. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. *Ensayos Pedagógicos*, 6(1), 115132.
- Triana Martínez, X. A. diseño de una cartilla educativa para la familia. In Simposio internacional de actualización en el cuidado de enfermería al adulto (p. 13).
- Thi, MTT, Wibowo, D. y Rehm, BH (2020). Biopelículas de *Pseudomonas aeruginosa*. *Revista internacional de ciencias moleculares*, 21 (22), 8671.
- Valenzuela, M. E. C., Jacobo, A. B., Fernández, D. A. G., Vega, M. D. L. Á. F., Perkins, C. E. O., Del Cid, E. E. M., & Ruíz, G. H. (2018). La aplicación de un programa de intervención para el beneficio de la salud física y emocional en mujeres adultas mayores en Hermosillo, Sonora. *MHSalud*, 15(1), 1-20.
- Varela, G., & Grotiuz, G. (2008). *Fisiología y metabolismo bacteriano*. Uruguay, Editorial Cefa, 43-58.
- Velandia, V., & Mireya, L. (2018). Propuesta didáctica de educación ambiental para desarrollo de la conciencia y el conocimiento ambiental (Doctoral dissertation, Tesis Maestría).
- Villamil Velandia, L. M. (2018). Propuesta didáctica de educación ambiental para desarrollo de la conciencia y el conocimiento ambiental (Doctoral dissertation, Maestría en Educación Ambiental).

Zhang, XL, Jeza, VT y Pan, Q. (2008). Salmonella typhi: de patógeno humano a vector de vacuna. *Inmunología celular y molecular* , 5 (2), 91-97.



**B. Anexo 2: Graficas de resultados de la Pre-prueba.**



**Ilustración 52.** Graficas de resultados de la Pre-prueba

**C. Anexo 3. Socialización y ejecución del método APIE.**




**Ilustración 53.** Socialización y ejecución del método APIE

**Anexo 3.** Socialización y ejecución del método APIE, **1A**, socialización de la propuesta de investigación cuando se realizó la Pre-prueba, **1B**, socialización de la propuesta de investigación cuando de realizo la prueba final, **1C**, las seis(6) bacterias con la que se llevó a cabo la práctica,

**1D**, galería APIE, **1E** y **1F**, practica del método con los estudiantes, **1G**, resultados de cada una de las bacterias utilizadas, **1H** y **1I**, lectura de cada uno de los resultados y códigos obtenidos en cada una de las bacterias.

#### D. Anexo 4. Guía de laboratorio.

	<b>UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR</b> DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE	CODIGO: 201-300-PRO05-FOR03
		VERSIÓN: 1

ASIGNATURA: Genética

DOCENTES: Patricia Campo Castro y Miguel Rangel Gámez

#### GUÍA DE LABORATORIO

**TEMA: METABOLISMO E IDENTIFICACION DE ENTEROBACTERIAS**

#### OBJETIVOS

Clasificar las enterobacterias mediante técnicas de laboratorio estándar.

#### INTRODUCCIÓN

Según Valera (2008), "el término metabolismo se refiere al conjunto de reacciones químicas que se producen en la célula y tiene tres funciones específicas. La primera es obtener energía química del entorno y almacenarla, para luego usarla en diferentes funciones celulares. La segunda es convertir los nutrientes exógenos en unidades precursoras de los componentes macromoleculares de la célula bacteriana. Y la tercera función es formar y degradar moléculas necesarias para cumplir funciones celulares específicas, por ejemplo: movilidad y captación de nutrientes. El metabolismo se produce por secuencias de reacciones catalizadas enzimático". De acuerdo a esto, las bacterias poseen un metabolismo que se deriva por anabolismo que consta que la bacteria sea capaz de sintetizar su propio alimento, mientras que el catabolismo se basa en la degradación de los nutrientes para la obtención de energía.

Según Malaver (2016), "la familia Enterobacteriaceae está formada por un grupo de 40 géneros y más de 180 especies, muchas de ellas sin importancia clínica para los animales y el hombre. Son bacterias Gram Negativas con forma de bastón que miden de 1 a 3 micrómetros (um) de largo por 0,5 um de diámetro aproximadamente. Constan de una envoltura multilaminar que se divide en una membrana interna o citoplasmática, otra externa básica y una última también externa pero más compleja. La unión de todas estas membranas forma una capa que regula la migración de nutrientes, macromoléculas, metabolitos e incluso antibióticos betalactámicos".

**Ilustración 54.** Guía de laboratorio.

**E. Anexo 5. Socialización de la herramienta digital OVA y aplicación del postest.**

**Ilustración 55.** Socialización de la herramienta digital OVA y aplicación del postest

**Anexo 5.** Socialización de la herramienta digital OVA y aplicación del postest, **1A**, preparación de la presentación, **1B**, explicación de los contenidos del OVA, **1C**, explicación de los diferentes estudios de casos, **1D**, se llevó a cabo el juego quien quiere ser millonario, **1E**, se dio

las instrucciones del juego de las enterobacterias, **1F**, se pidieron sugerencias o recomendaciones para mejorar esta herramienta y se prosiguió a la realización del postest.