

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

Facultad de Aprendizaje, Lenguas y

Comunicación

Trabajo de Titulación como requisito previo para la obtención del título de Magíster

en

Pedagogía de la Ciencias Experimentales Mención en Química y Biología

**DISEÑO METODOLÓGICO DE UNA GUÍA DE LABORATORIO PARA
LA ENSEÑANZA DEL CULTIVO DE *PLEUROTUS OSTREATUS* COMO
ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN CIENCIAS NATURALES ORIENTADA AL
DESARROLLO DE COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS EN ESTUDIANTES DE
NOVENO GRADO**

Autor: Tamia María Saransig Botina

Director -Tutor: Dra. Lorena Maribel Meneses Olmedo

Quito, febrero de 2026

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **TAMIA MARIA SARANSIG BOTINA**, con C.I. **1750984328** autora del trabajo de graduación titulada **“DISEÑO METODOLÓGICO DE UNA GUÍA DE LABORATORIO PARA LA ENSEÑANZA DEL CULTIVO DE *PLEUROTUS OSTREATUS* COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN CIENCIAS NATURALES ORIENTADA AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS EN ESTUDIANTES DE NOVENO GRADO”**, previa a la obtención del grado académico de **MAGÍSTER EN PEDAGOGÍA DE LA CIENCIAS EXPERIMENTALES MENCIÓN EN QUÍMICA Y BIOLOGÍA** en la **FACULTAD DE APRENDIZAJE, LENGUAS Y COMUNICACIÓN**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 30 de enero de 2025

Tamia María Saransig Botina

C.I. 1750984328

APROBACION DEL TUTOR

En mi carácter de Director – Tutor del Trabajo de Pregrado Titulado **“DISEÑO METODOLÓGICO DE UNA GUÍA DE LABORATORIO PARA LA ENSEÑANZA DEL CULTIVO DE *PLEUROTUS OSTREATUS* COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN CIENCIAS NATURALES ORIENTADA AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS EN ESTUDIANTES DE NOVENO GRADO periodo 2024-2025”**, presentado por la estudiante **Tamia María Saransig Botina**, titular de la Cédula de Identidad N.º **1750984328** para optar al Grado de **Magíster en Pedagogía de la ciencias experimentales mención en química y biología**, considero que dicho Trabajo de Investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte de los Lectores – Evaluadores que se designen para tal fin por parte de las autoridades de la Facultad de Ciencias de la Educación.

En la ciudad de Quito, a los 26 días del mes de febrero del 2026.

Nombre docente: Lorena Maribel Meneses Olmedo

Número de cédula: 1002429411

Correo: lmmeneses@puce.edu.ec

Número de contacto: 0984404290

**Lorena
Meneses
Olmedo**

Firmado digitalmente por
Lorena Meneses Olmedo
Fecha: 2026.02.26
08:20:07 -05'00'

TABLA DE CONTENIDO

<i>INTRODUCCIÓN</i>	16
<i>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	18
1.1. Formulación del problema.....	18
1.2. Objetivo general	20
1.3. Objetivos específicos	20
1.4. Justificación de la investigación	21
<i>CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</i>	25
2.1. Antecedentes de la investigación	25
2.1.1. Antecedentes internacionales: estudios sobre la efectividad de prácticas de laboratorio estructuradas.....	25
2.1.2. Estudios sobre la efectividad de prácticas de laboratorio estructuradas	26
2.1.3. Investigaciones sobre el uso de organismos modelo en educación científica	27
2.1.4. Experiencias con <i>Pleurotus ostreatus</i> como recurso educativo	27
2.1.5. Antecedentes nacionales sobre recursos didácticos y práctica experimental en Ecuador	28
2.1.6. Diagnósticos sobre la enseñanza experimental de.....	29
2.1.7. Propuestas de guías y materiales didácticos validados	30
2.2. BASES TEÓRICAS FUNDAMENTALES	30
2.2.1 Enfoque tradicional y fundamentos del cambio paradigmático	30
2.2.2 La indagación científica escolar como metodología central	31
2.2.3 Enfoque por competencias en el área de ciencias naturales	32
2.2.4 El ciclo de diseño de materiales didácticos	32
2.2.5 Validación por juicio de expertos como método cuantitativo	33
2.2.6 El índice de validez de contenido (<i>IVC</i>) y sus estándares	33
2.2.7 <i>Pleurotus ostreatus</i> como recurso didáctico estratégico	34
2.2.7.1 Características pedagógicas y ventajas comparativas	34
2.2.7.2 Potencial para el desarrollo de pensamiento científico y sistémico	35
2.2.8 Articulación curricular: del documento normativo a la práctica en el aula	36

2.3. MARCO CONCEPTUAL OPERATIVO	43
2.3.1. Constructos pedagógicos fundamentales	43
2.3.2 Indagación científica escolar	43
2.3.3 Competencias investigativas.....	44
2.3.4 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).....	44
2.3.5 Contextualización curricular.....	45
2.3.6 Guía de laboratorio estructurada.....	45
2.3.7. Validación por juicio de expertos	46
2.3.8 Índice de Validez de Contenido (CVI)	46
2.3.9. Encuesta diagnóstica.....	47
2.3.10 <i>Pleurotus ostreatus</i> como recurso educativo	47
2.3.11 Bioprocesamiento de residuos agroindustriales	48
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	50
3.1 Paradigma de investigación	50
3.1.1. Fundamentación del paradigma.....	50
3.1.2. Aplicación del paradigma	50
3.2. Enfoque y tipo de investigación	51
3.2.1. Tipo de investigación.....	51
3.2.2. Enfoque cuantitativo dominante	51
3.2.3 Justificación del enfoque	52
3.3. Diseño general de la investigación	52
3.3.1 Fase 1: diagnóstico descriptivo (no experimental y transversal).....	53
3.4.2 Fase 2: desarrollo y validación por juicio de expertos	53
3.5.2 Fase 0: Validación inicial de instrumentos (Etapa preparatoria).....	54
3.4. Población y muestra.....	54
3.4.1. Población: definición y caracterización.....	54
□ 3.4.3. Criterios de inclusión y perfiles expertos	55
3.4.4. Proceso de selección y consentimiento informado	55
3.7. Fuente	60
3.7.1. Fuentes documentales.....	61

3.7.2. Fuentes de campo (juicio de expertos)	61
3.8. Temporalidad.....	61
3.9. Amplitud de foco	62
3.10. Análisis de Datos	62
3.10.1. Procesamiento y depuración de los datos	62
3.10.2. Análisis para la fase 1: estadística descriptiva e inferencial.....	63
3.10.3. Análisis para la fase 2: cálculo del índice de validez de contenido (IVC):	63
3.11. Operacionalización de variables	64
<i>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</i>	<i>70</i>
4.1 Descripción de la muestra participante.....	70
4.2. Caracterización del panel de expertos temáticos (diagnóstico y validación)	71
4.3. Análisis e interpretación del perfil de los expertos temáticos	72
4.4 Resultados, análisis e interpretación del instrumento 1: uso actual y percepción de las guías de laboratorio	72
4.5: Resultados, análisis e interpretación del instrumento 2: Validación del prototipo de guía de laboratorio	95
<i>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA</i>	<i>108</i>
5.1 Prefacio y fundamentación	108
5.2 Modelo pedagógico 5E.....	108
5.3 Objetivos de la guía	109
5.3.1 Objetivo General.....	109
5.3.2 Objetivos Específicos	109
5.4 Seguridad y bioseguridad en el laboratorio	109
5.4.1 Responsabilidades del estudiante	109
5.5 Integración curricular	114
5.6 Materiales y equipo del laboratorio	115

5.7 Módulos experimentales.....	120
5.7.1 Módulo 1: Preparación del Sustrato (Grano).....	120
5.7.2 Módulo 2: Aislamiento e Inoculación del Micelio	123
5.7.3 Módulo 3: Pasteurización de la Paja (Sustrato de Volumen)	125
5.7.4 Módulo 4: Fructificación - siembra, inducción y cosecha.....	128
5.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	134
ANEXOS:.....	136
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	138

Índice de tablas:

Tabla 1: <i>Relación entre objetivos curriculares, destrezas y competencias investigativas en EGBS</i>	37
Tabla 2 : Relación entre el currículo vigente (2025), prácticas experimentales sugeridas (2017) y competencias investigativas.....	39
Tabla 3: Operacionalización de variables.....	64
Tabla 4: Caracterización académica y profesional de los expertos	71
Tabla 5: Frecuencia de respuestas sobre el uso de guías de laboratorio oficiales	73
Tabla 6: Frecuencia de adaptación docente de las guías oficiales de laboratorio.	74
Tabla 7: <i>Frecuencia de desarrollo y aplicación de guías de laboratorio de elaboración propia o colaborativa.</i>	75
Tabla 8 : <i>Distribución de frecuencias sobre la inclusión de guías de laboratorio como recurso didáctico central en la planificación anual</i>	76

Tabla 9 : <i>Distribución de frecuencias sobre la implementación de al menos una secuencia didáctica completa basada en guías de laboratorio por trimestre/bimestre.....</i>	77
Tabla 10: <i>Distribución de frecuencias sobre la estructuración de actividades prácticas con guías experimentales en unidades de aprendizaje específicas</i>	78
Tabla 11: <i>Distribución de frecuencias sobre la modalidad de trabajo individual de los estudiantes durante las prácticas de laboratorio</i>	80
Tabla 12: <i>Distribución de frecuencias sobre la modalidad de trabajo en parejas (2 estudiantes) durante las prácticas de laboratorio.....</i>	81
Tabla 13: <i>Distribución de frecuencias sobre la modalidad de trabajo en grupos pequeños (3-4 estudiantes)</i>	82
Tabla 14: <i>Distribución de frecuencias sobre la modalidad de trabajo en grupos grandes (5 o más estudiantes) durante las prácticas de laboratorio</i>	83
Tabla 15: <i>Distribución de frecuencias sobre la percepción del diseño realista de las actividades de la guía para el tiempo de sesión común (ej. 2 horas).....</i>	84
Tabla 16: <i>Distribución de frecuencias sobre la capacidad de las guías para facilitar una implementación a lo largo de varias sesiones</i>	85
Tabla 17: <i>Frecuencia de docentes según percepción de estructura para observación sistemática en guías de laboratorio.....</i>	86
Tabla 18: <i>Frecuencia de docentes según percepción de andamiaje para preguntas investigables en guías de laboratorio.....</i>	87
Tabla 19: <i>Frecuencia de docentes según percepción de claridad procedimental y fiabilidad en guías de laboratorio.....</i>	88
Tabla 20: <i>Frecuencia de docentes según percepción de herramientas para análisis de datos en guías de laboratorio</i>	90

Tabla 21: <i>Frecuencia de docentes según percepción de claridad y usabilidad de las guías de laboratorio</i>	91
Tabla 22: <i>Frecuencia de docentes según percepción de alineación curricular de las guías de laboratorio</i>	92
Tabla 23: <i>Frecuencia de docentes según percepción de necesidad de innovación en guías de laboratorio</i>	93
Tabla 24: <i>Frecuencia de docentes según percepción de necesidad de adecuación práctica en guías de laboratorio</i>	94
Tabla 25: Validación de contenido del ítem "Pertinencia curricular" por juicio de expertos	95
Tabla 26: Validación de contenido del ítem "Alineación con destrezas" por juicio de expertos	97
Tabla 27: Validación de contenido del ítem "Contextualización local" por juicio de expertos	98
Tabla 28: Validación de contenido del ítem "Claridad de objetivos" por juicio de expertos	99
Tabla 29: Validación de contenido del ítem "Instrucciones procedimentales" por juicio de expertos	100
Tabla 30: Validación de contenido del ítem "Coherencia didáctica" por juicio de expertos	101
Tabla 31: Validación de contenido del ítem "Gestión del tiempo" por juicio de expertos	102
Tabla 32: Validación de contenido del ítem "Accesibilidad de materiales" por juicio de expertos	104
Tabla 33: Validación de contenido del ítem "Adaptabilidad" por juicio de expertos	105

Tabla 34: <i>Validación de contenido del ítem "Evaluación del aprendizaje" por juicio de expertos</i>	106
Tabla 35: Símbolos de peligro y descripción de riesgos	111
Tabla 36: Integración de las prácticas con el currículo nacional.....	114

Índice de ilustraciones:

Ilustración 1: Modelo de enseñanza 5E y sus fases en el proceso de aprendizaje científico	108
Ilustración 2: Reglamento de normas básicas de seguridad para el trabajo en el laboratorio escolar	110
Ilustración 3: Implementos de protección individual requeridos para el trabajo en el laboratorio escolar	112
Ilustración 4: Normas específicas para la disposición y clasificación de residuos en el laboratorio escolar	113

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE
APRENDIZAJE, LENGUAS Y COMUNICACIÓN

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE LA CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN EN QUÍMICA Y BIOLOGÍA

**Diseño metodológico de una guía de laboratorio para la enseñanza del cultivo
de *Pleurotus ostreatus* como estrategia didáctica en ciencias naturales orientada al
desarrollo de competencias investigativas en estudiantes de noveno grado**

Autor: Tamia María Saransig Botina

Director: Dr. Lorena Maribel Meneses Olmedo

Fecha: Febrero, 2026

Resumen:

Esta investigación abordó la brecha entre el enfoque de indagación curricular y la enseñanza teórica en las Ciencias Naturales en Ecuador. Para ello, se desarrolló y validó una guía de laboratorio para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, dirigida a noveno año y alineada al Currículo Priorizado 2025. Mediante un diseño mixto, primero, en un diagnóstico con docentes expertos se identificaron deficiencias clave en las guías existentes. Luego, se diseñó un prototipo que fue sometido a validación cuantitativa por juicio de expertos. Los resultados fueron prometedores, al obtener un índice de validez de contenido global de superior al 0.80, con consenso unánime en criterios como pertinencia contextual, claridad didáctica, viabilidad y adaptabilidad. La guía se presenta, como un recurso pedagógico

rigurosamente validado, que actúa como puente efectivo entre currículo y práctica, promoviendo la indagación científica a través de un modelo biológico factible y de bajo costo.

Palabras clave: Aprendizaje por indagación, enseñanza de las ciencias, guía de laboratorio, índice de validez de contenido (IVC), percepción docente y *Pleurotus ostreatus*

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE
APRENDIZAJE, LENGUAS Y COMUNICACIÓN

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE LA CIENCIAS EXPERIMENTALES
MENCIÓN EN QUÍMICA Y BIOLOGÍA

**Methodological design of a laboratory guide for teaching *Pleurotus*
ostreatus cultivation as a didactic strategy in natural sciences oriented towards
developing research competencies in ninth-grade students**

Author: Tamia María Saransig Botina

Director: Dr. Lorena Maribel Meneses Olmedo

Date: February 2026

Abstract:

This research addressed the gap between the mandated inquiry-based approach and theoretical teaching practices in Natural Science education in Ecuador. To this end, a laboratory guide for cultivating the mushroom *Pleurotus ostreatus* was developed and validated for ninth grade, aligned with the Prioritized Curriculum 2025. Using a mixed-method design, an initial diagnosis with expert teachers identified key deficiencies in existing guides. Subsequently, a prototype guide was designed and subjected to quantitative validation via expert judgment. The results were excellent, achieving a global Content Validity Index (CVI) of 0.80, with unanimous expert consensus on criteria such as contextual relevance, didactic clarity, feasibility, and adaptability. The guide is thus presented as a

rigorously validated pedagogical resource that acts as an effective bridge between curriculum and practice, promoting scientific inquiry through a feasible, low-cost biological model.

Keywords: Inquiry based learning, science teaching, laboratory guide, Content Validity Index (CVI), teachers' perception of *Pleurotus ostreatus*.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales enfrenta el desafío de formar ciudadanos científicamente alfabetizados, capaces de comprender fenómenos complejos y participar en la solución de problemas de su entorno. Este propósito exige trascender las prácticas pedagógicas tradicionales centradas en la transmisión verbal de contenidos para avanzar hacia enfoques que coloquen al estudiante en el centro del aprendizaje mediante la experiencia directa con procesos naturales. En este contexto, la experimentación en el laboratorio escolar emerge como un espacio privilegiado para que los estudiantes desarrollen habilidades de observación sistemática, formulación de hipótesis, diseño de procedimientos, análisis de evidencias y comunicación de resultados, capacidades que constituyen el núcleo del pensamiento científico.

Ecuador ha definido un currículo orientado al desarrollo de competencias investigativas, actualizado en 2025, que establece la necesidad de que los estudiantes de noveno año utilicen el método científico para diseñar y ejecutar investigaciones experimentales completas. Sin embargo, persiste una distancia significativa entre estas aspiraciones curriculares y la práctica efectiva en las aulas, donde las actividades de laboratorio suelen desarrollarse de manera esporádica y con un enfoque predominantemente verificativo. Esta brecha se agudiza en contextos de recursos limitados, donde la infraestructura inadecuada y la carencia de materiales didácticos estructurados constituyen barreras adicionales. La guía ministerial para el uso de laboratorios, publicada en 2017, ofrece ejemplos genéricos pero carece de protocolos detallados que utilicen organismos vivos accesibles y contextualizados a la realidad ecuatoriana, particularmente en el estudio de los hongos.

En este marco, el hongo comestible *Pleurotus ostreatus* emerge como un organismo modelo con características excepcionalmente favorables para su incorporación en el laboratorio escolar: su ciclo de crecimiento de tres a cinco semanas resulta compatible con las unidades didácticas, su cultivo no requiere infraestructura sofisticada ni insumos costosos al realizarse en residuos agroindustriales locales, y su estudio permite abordar conceptos fundamentales de biología mientras se establecen conexiones significativas con problemas contemporáneos como la gestión sostenible de residuos y la seguridad alimentaria. La investigación se inscribe en el paradigma de investigación de desarrollo educativo, mediante un diseño bifásico de predominio cuantitativo que busca diagnosticar las percepciones y necesidades docentes respecto a las guías de laboratorio disponibles para, posteriormente, diseñar un prototipo de guía para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* que será sometido a validación mediante juicio de expertos y cálculo del índice de validez de contenido.

La relevancia del estudio trasciende el ámbito académico para proyectarse en dimensiones prácticas y sociales: la guía validada constituirá un recurso concreto para docentes de instituciones educativas diversas, incluyendo aquellas en contextos rurales o con limitaciones de infraestructura. El documento se estructura en siete capítulos que desarrollan sistemáticamente el planteamiento del problema, el marco teórico, la metodología, los resultados del diagnóstico y la validación, la discusión y las conclusiones, con el propósito de contribuir significativamente al fortalecimiento de la enseñanza experimental de las ciencias naturales en el contexto educativo ecuatoriano.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Formulación del problema

La enseñanza de las ciencias naturales en el subnivel superior de la educación general básica (EGB) del Ecuador tiene como eje fundamental el desarrollo del pensamiento científico a través de la indagación. Este propósito se ha visto reforzado y redefinido en el currículo (Ministerio de Educación del Ecuador, 2025), que consolida la transición hacia un enfoque por competencias, enfatizando metodologías activas de indagación y la integración de competencias digitales y socioemocionales (Currículo Priorizado Superior, 2025). Sin embargo, persiste una brecha sustancial y crítica entre este ideal pedagógico-curricular y la práctica docente predominante, la cual continúa priorizando la transmisión teórica y memorística sobre la experimentación auténtica y contextualizada (Cordero, 2024).

Esta disociación entre el mandato curricular y la praxis áulica deriva en un aprendizaje superficial, limitando el desarrollo de competencias investigativas y mermando la motivación estudiantil. Dicha problemática fue exacerbada por la pandemia de COVID-19, que expuso la fragilidad de los modelos de enseñanza experimental al restringir el acceso a laboratorios y acentuar la dicotomía teoría-práctica (Leal Cevallos & Hernandez Ureta, 2024). En el contexto ecuatoriano, esta brecha se agudiza, especialmente en entornos con recursos limitados, por una confluencia de factores: una infraestructura de laboratorios insuficiente, la escasez de material experimental de bajo costo y, de manera crítica, la ausencia de guías didácticas estructuradas, validadas y alineadas con los énfasis curriculares vigentes (Alvarado et al., 2025).

Las consecuencias de esta brecha se reflejan de manera objetiva en los resultados de evaluaciones internacionales. Ecuador se mantiene por debajo del promedio regional en

ciencias, con más de la mitad de los estudiantes sin alcanzar el nivel mínimo de competencia científica aplicable, lo que señala una crisis en la formación de habilidades prácticas y de pensamiento científico (Emenike et al., 2020). Esta evidencia subraya la urgencia pedagógica de innovar en recursos didácticos que cierren efectivamente la distancia entre el diseño curricular y la praxis en el aula. Ante este panorama, la literatura especializada señala el camino de las estrategias basadas en la experimentación con modelos biológicos accesibles y de bajo costo. Investigaciones como las de Rodríguez y Pérez (2017) demuestran el alto potencial educativo de los hongos para generar aprendizajes significativos y desarrollar el método científico.

No obstante, se identifica un vacío concreto en la producción académica y pedagógica nacional: la ausencia de una guía de laboratorio didácticamente validada que utilice el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* como núcleo central para desarrollar las competencias investigativas específicas del noveno año articulando de manera explícita los énfasis en competencias digitales y socioemocionales que demanda el currículo vigente.

Esta carencia es evidente incluso en la oferta oficial. El Ministerio de Educación, a través de su portal educativo, proporciona únicamente una “guía de uso del laboratorio” genérica y desactualizada (publicada en 2017), la cual se limita a sugerencias básicas de prácticas y no constituye una guía didáctica estructurada. En particular, su abordaje de los hongos se reduce a la observación morfológica y dispersión de esporas, sin proponer un proceso de cultivo progresivo que permita a los estudiantes investigar el ciclo de vida completo, las condiciones de crecimiento o las aplicaciones biotecnológicas del organismo. Esta limitación refuerza la necesidad de crear una guía metodológica robusta que sirva como base para una experimentación científica auténtica y sostenida, y que opere como un puente efectivo entre el currículo innovador y la práctica docente en el área de ciencias naturales.

Por lo tanto, el problema de investigación que aborda este estudio es la carencia de una guía de laboratorio didácticamente validada y alineada al currículo priorizado 2025 para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* en noveno año de EGB. Esta carencia limita el desarrollo integral de las competencias investigativas y perpetúa un aprendizaje experimental descontextualizado. Para resolverlo, es necesario, en primer lugar, diagnosticar las necesidades reales del aula y, en segundo lugar, desarrollar y validar el recurso. Para abordar esta carencia con rigor, es imperativo primero diagnosticar las necesidades reales del aula para, con base en ello, desarrollar y validar un recurso específico. En consecuencia, este estudio se articula en torno a las siguientes preguntas de investigación cuantitativa:

- ¿Cuáles son las características de uso, las percepciones de efectividad y las necesidades específicas identificadas por los docentes de ciencias naturales de noveno año de EGB respecto a las guías de laboratorio disponibles?
- ¿Cuáles son los niveles de validez de contenido, pertinencia curricular, claridad didáctica y viabilidad práctica atribuidos al prototipo de guía por un panel de expertos, según el índice de validez de contenido (CVI)?

1.2. Objetivo general

Desarrollar y validar cuantitativamente una guía de laboratorio para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* en noveno año de EGB, a partir de un diagnóstico de necesidades docentes y la evaluación de su calidad mediante juicio de expertos.

1.3. Objetivos específicos

- Diagnosticar, mediante una encuesta cuantitativa a docentes de ciencias naturales de EGB, la frecuencia de uso, las percepciones de efectividad y las necesidades

prioritarias relacionadas con las guías de laboratorio vigentes para la enseñanza por indagación.

- Diseñar un prototipo de guía de laboratorio para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, alineado al currículo priorizado 2025 y basado en los hallazgos del diagnóstico y los referentes teóricos de la didáctica de las ciencias.
- Validar cuantitativamente el prototipo de guía, evaluando su nivel de validez de contenido, pertinencia curricular, claridad didáctica y viabilidad práctica a través del juicio de expertos y el cálculo del índice de validez de contenido (CVI)

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica ante la imperiosa necesidad de superar una disonancia crítica en la praxis educativa de las ciencias naturales en Ecuador: la persistente hegemonía de un paradigma transmisivo conceptual que relega la experimentación a un plano secundario. Si bien la formación del pensamiento científico constituye un pilar del currículo, la implementación en las aulas se caracteriza por una disociación entre la teoría y una práctica de laboratorio a menudo desprovista de un andamiaje metodológico y de criterios de variabilidad estandarizados.

Esta fractura praxiológica no solo obstaculiza la construcción de un conocimiento significativo, sino que impacta directamente en el desarrollo de competencias científicas funcionales, como lo evidencian de manera inequívoca los resultados de evaluaciones estandarizadas a gran escala. En efecto, los datos del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, 2023) sitúan a Ecuador significativamente por debajo del promedio de la OCDE en ciencias, con un alarmante 57% de estudiantes que no alcanzan el nivel de competencia mínimo para aplicar el saber científico en contextos cotidianos.

Este déficit en la alfabetización científica funcional subraya la urgencia de desarrollar e implementar recursos pedagógicos que actúen como puentes efectivos entre el diseño curricular y la realidad del aula. Este estudio aborda dicho vacío mediante una propuesta de investigación y desarrollo (I+D) de enfoque cuantitativo, articulada en dos fases secuenciales. Se busca, en primera instancia, diagnosticar empíricamente las percepciones y necesidades del cuerpo docente para, subsecuentemente, diseñar y validar praxiológicamente un recurso didáctico una guía de laboratorio para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* que sea no solo científicamente riguroso y curricularmente pertinente, sino también contextualmente viable y de bajo costo, promoviendo así una mayor equidad epistémica en el acceso a la indagación científica auténtica.

Datos del INEC (2023) indican que solo el 40% de los hogares en zonas rurales tiene acceso a internet, lo que limita severamente tanto el acceso a bibliografía especializada como la implementación de herramientas digitales de apoyo didáctico. Esta situación, como señalan estudios recientes, restringe la integración de metodologías activas y profundiza la inequidad educativa. Frente a este panorama, se evidencia una limitada incorporación de estrategias experimentales innovadoras y contextualizadas que logren vincular la teoría con la práctica.

Aunque el currículo nacional promueve el desarrollo de competencias investigativas específicas como la formulación de preguntas, el diseño experimental y el análisis de datos, existe una ausencia notable de recursos pedagógicos que permitan abordar estos objetivos a partir de organismos biológicos accesibles, aplicables y sostenibles. En particular, no se han desarrollado propuestas metodológicas estandarizadas que integren el uso de hongos

basidiomicetos comestibles, como *Pleurotus ostreatus*, en el ámbito escolar, a pesar de su enorme potencial didáctico.

Este organismo representa un recurso excepcional para explorar principios de biotecnología, ecología y sostenibilidad, debido a su facilidad de cultivo, ciclo de crecimiento corto y manejo seguro (Girmay et al., 2016). Su utilización permite a los estudiantes comprender procesos biológicos fundamentales como el metabolismo fúngico, la reproducción y las interacciones simbióticas y, al mismo tiempo, establecer conexiones con desafíos globales actuales, como el aprovechamiento de residuos agrícolas y la producción sostenible de alimentos de alto valor nutricional (Ejigu et al., 2022).

Pese a su valor pedagógico y su alineación con los principios de la educación científica contemporánea, son escasas o inexistentes las guías experimentales validadas que utilicen *P. ostreatus* como recurso central para fomentar competencias investigativas en el aula. Las prácticas de laboratorio convencionales suelen centrarse en experimentos tradicionales y descontextualizados, con poca relevancia local y escasa orientación hacia la resolución de problemas actuales. Esta falta de innovación no solo limita el interés estudiantil por la ciencia, sino que también restringe el desarrollo de habilidades clave como la observación sistemática, el pensamiento crítico y la capacidad de indagación autónoma.

Por lo tanto, el diseño y validación de una guía de laboratorio basada en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* se presenta como una propuesta didáctica pertinente, replicable y estratégicamente alineada con los estándares del currículo priorizado 2025. Esta guía permitirá integrar contenidos de biología, microbiología y biotecnología con metodologías activas de aprendizaje, favoreciendo un proceso de construcción del conocimiento centrado

en la experimentación real y en la aplicación contextualizada. Además, proporcionará a los docentes un recurso metodológico claro, adaptable a diversos entornos educativos incluyendo aquellos con limitaciones de infraestructura y capaz de promover el pensamiento científico desde una perspectiva integradora y sostenible.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes de la investigación

El análisis documental para la construcción de los antecedentes evidencia que la integración de metodologías activas y experimentales potencia las competencias científicas en estudiantes de educación básica superior. Asimismo, se identifica un amplio respaldo académico al uso del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* como organismo modelo didáctico, particularmente eficaz para abordar conceptos de biología, sostenibilidad y biotecnología.

2.1.1. Antecedentes internacionales: estudios sobre la efectividad de prácticas de laboratorio estructuradas

La literatura internacional señala que solo la realización de prácticas de laboratorio no garantiza por sí sola el desarrollo del pensamiento científico. Investigaciones como la Rua y Alzate (2012), han demostrado que, con frecuencia, estas actividades se ejecutan de manera rutinaria y carente de una intencionalidad pedagógica clara, lo que limita su potencial para desarrollar competencias investigativas como la formulación de hipótesis y el análisis crítico de evidencias. Esta visión es compartida por Sauer (2014), quien enfatiza que el laboratorio debe ser un espacio de descubrimiento donde el estudiante asume un rol protagónico, guiado por el docente para fomentar habilidades de observación e indagación. Esta crítica resalta una necesidad global: la de diseñar propuestas experimentales que trasciendan la verificación de hechos conocidos y se estructuren pedagógicamente para promover una auténtica exploración científica.

La evidencia más reciente corrobora esta dirección. Una revisión sistemática sobre metodologías activas encontró que enfoques como el Aprendizaje Basado en Indagación y el Aprendizaje Basado en Proyectos muestran correlaciones positivas con el rendimiento académico, superando a los métodos tradicionales, especialmente en el área de ciencias naturales en educación primaria y secundaria. Esto refuerza el argumento de que la estructuración didáctica de las prácticas de laboratorio, lejos de ser un detalle procedimental, es un factor determinante para su efectividad.

2.1.2. Estudios sobre la efectividad de prácticas de laboratorio estructuradas

El uso de organismos modelo es un pilar en la investigación biológica, fundamentado en la conservación de procesos biológicos clave a lo largo de la evolución (Box, 1979). Estos organismos, como la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), el nematodo (*C. elegans*) o la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*), se seleccionan por características que los hacen idóneos para el estudio en condiciones controladas: tamaño reducido, ciclo de vida corto, facilidad de cultivo y manipulación genética. Su utilidad radica en que, al estudiar procesos fundamentales en sistemas más simples, se pueden extrapolar conocimientos a organismos más complejos, incluidos los humanos. Como señaló el estadístico George Box, "todos los modelos están equivocados, pero algunos son útiles" (Box, 1979), principio que aplica a la selección de organismos modelo para simplificar y entender la complejidad biológica.

En el contexto educativo escolar, este principio se adapta para hacer accesibles conceptos biológicos complejos. Un organismo modelo educativo ideal comparte muchas de estas características: debe ser seguro, de bajo costo, de manejo sencillo y debe exhibir fenómenos observables en escalas de tiempo compatibles con el calendario académico

(Gómez, 2013). La elección de un organismo con estas características no es neutral; es una decisión pedagógica que permite a los estudiantes interactuar con un sistema vivo y comprender, a través de él, principios universales de la biología. El poder de los modelos, incluidos los organismos, radica en su capacidad para "iluminar" relaciones fundamentales, aunque sean representaciones incompletas de la realidad (Ankeny & Leonelli, 2020).

2.1.3. Investigaciones sobre el uso de organismos modelo en educación científica

En el contexto educativo escolar, este principio se adapta para hacer accesibles conceptos biológicos complejos. Un organismo modelo educativo ideal comparte muchas de estas características: debe ser seguro, de bajo costo, de manejo sencillo y debe exhibir fenómenos observables en escalas de tiempo compatibles con el calendario académico (Zhou, 2023). La elección de un organismo con estas características no es neutral; es una decisión pedagógica que permite a los estudiantes interactuar con un sistema vivo y comprender, a través de él, principios universales de la biología. El poder de los modelos, incluidos los organismos, radica en su capacidad para "iluminar" relaciones fundamentales, aunque sean representaciones incompletas de la realidad (Ankeny & Leonelli, 2020).

2.1.4. Experiencias con *Pleurotus ostreatus* como recurso educativo

La investigación aplicada ha explorado de manera concreta el potencial del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) como recurso didáctico que materializa los principios antes mencionados. Estudios como el de Anggrawan et al. (2023) han cuantificado su impacto, demostrando mediante un diseño preexperimental que su cultivo, integrado en un proyecto de biotecnología, puede mejorar significativamente el conocimiento de los estudiantes (con un aumento del promedio del 71%) y favorecer actitudes positivas hacia la ciencia. Otras

experiencias internacionales validan su versatilidad y pertinencia. Mulyadi et al. (2023), evidenciaron que el aprendizaje colaborativo basado en proyectos centrado en el cultivo de hongos genera un mayor rendimiento académico y motivación en comparación con métodos autónomos. Por su parte, Okole (2023) destacó su valor para enseñar sostenibilidad y economía circular en contextos de bajos recursos, al poder cultivarse eficientemente con residuos agrícolas locales. Experiencias en Latinoamérica, como la de Garcia Belardi y Pose (2024) en escuelas rurales de la Patagonia y la de Chalbaud (s. f.) en Venezuela confirman que el cultivo de *P. ostreatus* no solo incrementa el interés por las ciencias (81.3% de los estudiantes) sino que también fomenta habilidades prácticas y de emprendimiento, con una alta tasa de éxito en el cultivo (95%) e interés por replicarlo. En conjunto, estos antecedentes sitúan al *P. ostreatus* como un organismo modelo educativo de probada eficacia para desarrollar competencias científicas mediante metodologías activas.

2.1.5. Antecedentes nacionales sobre recursos didácticos y práctica experimental en Ecuador en base al cultivo de *Pleurotus ostreatus*

En Ecuador existe una sólida línea de investigación aplicada que valida la viabilidad técnica y el potencial del cultivo de *Pleurotus ostreatus*, proporcionando una base científica indispensable para su incorporación educativa. El estudio fundacional de Quizhpilema Quindi (2013), estableció protocolos replicables y benchmarks productivos locales, demostrando que el bagazo de caña era el sustrato más eficiente entre los evaluados, con un rendimiento biológico del 94,5%. Una década después, Quintana Zamora et al. (2024) refinaron estos parámetros, identificando a la paja de arroz como un sustrato aún más productivo (95,6%) y con un tiempo de fructificación más corto (23 días), lo que es crítico para la planificación de actividades educativas secuenciadas.

Complementariamente, Cruz (2021) en su investigación introdujo una dimensión de valor agregado al evaluar no solo el rendimiento, sino también la calidad nutricional del hongo cultivado en el sur del Ecuador. Su trabajo demostró que una mezcla de sustratos podía lograr un rendimiento biológico del 96,4% y un contenido proteico del 23,6%, reforzando la noción del cultivo como una estrategia biotecnológica integral vinculable a temas de seguridad alimentaria y bioeconomía. En síntesis, estos estudios proveen evidencia cuantitativa robusta y contextualizada que justifica la selección del *P. ostreatus* y sirve de base técnica para el diseño de protocolos experimentales escolares seguros, eficaces y alineados con la realidad productiva del país.

2.1.6. Diagnósticos sobre la enseñanza experimental de las ciencias

Paralelamente, investigaciones de carácter pedagógico han diagnosticado de forma sistemática las debilidades de la enseñanza experimental. Cuenca Piedra (2020), en su tesis identificó en un colegio de Quito una desconexión crítica entre la teoría y la práctica, a pesar de existir infraestructura de laboratorio. El estudio reveló que las prácticas se realizaban de forma esporádica y carecían de una guía didáctica que orientara el proceso de indagación de manera sistemática. Este diagnóstico fue ampliado por Huacho Paucar (2022) quien evidenció una escasa aplicación de metodologías activas y un desarrollo limitado de habilidades de orden superior entre los estudiantes, señalando explícitamente la necesidad de incorporar estrategias como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Estos trabajos convergen en un hallazgo crucial: el problema central no es únicamente la carencia de recursos materiales, sino una falta de estructuración pedagógica que medie entre los recursos disponibles y el logro de aprendizajes significativos y competenciales.

2.1.7. Propuestas de guías y materiales didácticos validados

En respuesta a estos diagnósticos, investigaciones recientes en Ecuador han transitado hacia el diseño de soluciones concretas. Del Salto Coca (2022), e partió de un diagnóstico para diseñar una propuesta de cinco guías prácticas de laboratorio con una estructura completa (introducción, objetivos, materiales, procedimiento, seguridad y evaluación), operacionalizando así la respuesta a la necesidad identificada.

En una línea metodológica más robusta, Mañay. (2015) adoptó un diseño cuasi-experimental para evaluar un módulo de prácticas de química, demostrando que el grupo que utilizó prácticas sistemáticas guiadas por el módulo mostró una mejora notable en comprensión conceptual, resolución de problemas y motivación. La importancia cardinal de este estudio es que proporciona evidencia que permite atribuir, con mayor solidez, una relación causal entre el uso de guías estructuradas y la mejora en los aprendizajes, diferenciando su impacto del mero acceso esporádico al laboratorio.

2.2. BASES TEÓRICAS FUNDAMENTALES

2.2.1 Enfoque tradicional y fundamentos del cambio paradigmático

Durante décadas, la enseñanza de las ciencias naturales se rigió por un modelo transmisivo tradicional, centrado en la figura del docente como autoridad que transfiere conocimientos acabados a estudiantes pasivos, limitados a la memorización y repetición de información científica (Syla & Hodolli, 2022). Este enfoque, fundamentado en una visión objetivista del saber, demostró ser ineficaz para despertar la curiosidad científica genuina y formar un pensamiento crítico y autónomo en el alumnado. La crítica a este paradigma sentó las bases para un cambio radical, impulsado por teorías constructivistas y socioculturales que

postulan que el conocimiento no se recibe, sino que se construye activamente por el aprendiz a través de la interacción con su entorno y con otros (Marshall et al., 2017). Este enfoque, fundamentado en una visión objetivista del saber, demostró ser ineficaz para despertar la curiosidad científica genuina y formar un pensamiento crítico y autónomo en el alumnado. La crítica a este paradigma sentó las bases para un cambio radical, impulsado por teorías constructivistas y socioculturales que postulan que el conocimiento no se recibe, sino que se construye activamente por el aprendiz a través de la interacción con su entorno y con otros (Marshall et al., 2017). Este giro epistemológico desplaza el foco desde la enseñanza de contenidos hacia el aprendizaje de procesos, reconociendo que la comprensión profunda de los fenómenos naturales requiere la participación activa, la exploración y la reflexión del estudiante.

2.2.2 La indagación científica escolar como metodología central

La indagación científica escolar emerge como la metodología central que materializa el cambio paradigmático. Windschitl (2003) la conceptualiza como un proceso estructurado que emula la práctica científica auténtica, involucrando la formulación de preguntas investigables, la generación de hipótesis, el diseño de investigaciones, la recolección y el análisis sistemático de datos para resolver problemas o explicar fenómenos. En el contexto educativo, la indagación trasciende su carácter metodológico para erigirse como un medio esencial que fomenta la comprensión profunda a través del ejercicio del pensamiento crítico y reflexivo (Aditomo & Klieme, 2020).

Este enfoque transforma el rol del estudiante, quien pasa de receptor pasivo a protagonista de su aprendizaje, y redefine el papel del docente como mediador y facilitador que guía el proceso de construcción de conocimiento (González-Weil et al., 2012). Modelos

pedagógicos como el ciclo 5E proveen una estructura efectiva para operacionalizar la indagación en el aula, promoviendo una secuencia de compromiso, exploración, explicación, elaboración y evaluación que favorece la comprensión conceptual profunda y la metacognición (Bybee et al., 2006).

2.2.3 Enfoque por competencias en el área de ciencias naturales

La evolución didáctica converge con el enfoque por competencias, que se ha consolidado como marco orientador de los sistemas educativos contemporáneos. Este enfoque integra de manera holística saberes (conocer), habilidades (hacer) y actitudes (ser), con el fin de que los estudiantes puedan movilizar estos recursos de forma articulada para resolver problemas complejos en contextos auténticos (Bagur-Pons et al., 2021). El currículo ecuatoriano priorizado (Ministerio de Educación del Ecuador, 2025), adopta plenamente esta visión, estableciendo como meta el desarrollo de competencias investigativas. Estas se definen como capacidades integradas que permiten a los estudiantes realizar indagaciones científicas escolares de manera sistemática y ética, abarcando desde el planteamiento de problemas hasta la comunicación de resultados (Gamboa Suárez et al., 2020). La enseñanza por indagación es, por tanto, el camino pedagógico privilegiado para alcanzar estas competencias, ya que provee el escenario real donde el estudiante puede "saber" los conceptos, "hacer" ciencia aplicando el método y "ser" un investigador en formación con curiosidad y rigor.

2.2.4 El ciclo de diseño de materiales didácticos

El desarrollo de un material educativo de calidad, como una guía de laboratorio, no es un acto espontáneo sino el resultado de un proceso cíclico y sistemático. Este ciclo, a menudo basado en modelos de Diseño Instruccional como ADDIE (Análisis, Diseño,

Desarrollo, Implementación, Evaluación), comienza con un análisis riguroso de necesidades, destinatarios y contexto (Branch, 2010). En el caso de esta investigación, la fase de análisis se operacionaliza mediante el diagnóstico de necesidades docentes (Objetivo Específico 1). Posteriormente, la fase de diseño y desarrollo se nutre de los referentes teóricos y curriculares para crear un prototipo (objetivo específico 2). La fase de evaluación, crítica para asegurar la calidad, no se posterga hasta su uso en aula, sino que se adelanta mediante un proceso de validación formal. Este enfoque metodológico asegura que el recurso no solo sea teóricamente sólido, sino también pertinente, claro y viable antes de su implementación a mayor escala, optimizando así los recursos y la probabilidad de éxito.

2.2.5 Validación por juicio de expertos como método cuantitativo

La validación por juicio de expertos es una metodología cuantitativa ampliamente reconocida para evaluar la calidad de instrumentos y materiales educativos en sus etapas iniciales. Consiste en la evaluación sistemática de un producto por parte de un panel de especialistas con conocimiento profundo en el área de contenido y/o en didáctica (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). A diferencia de una revisión cualitativa, este método busca traducir las valoraciones subjetivas de los expertos en datos numéricos susceptibles de análisis estadístico, otorgando objetividad y rigor al proceso. Los expertos evalúan el material en dimensiones clave predefinidas, como la validez de contenido (grado en que representa el constructo teórico), la pertinencia curricular, la claridad instruccional y la viabilidad práctica. Sus respuestas, típicamente recogidas en escalas tipo Likert, permiten cuantificar el nivel de consenso y la idoneidad de cada componente del material.

2.2.6 El índice de validez de contenido (IVC) y sus estándares

La métrica central para cuantificar los resultados del juicio de expertos es el índice de validez de contenido (Content validity index, CVI). Este índice puede calcularse a dos niveles: el I-CVI (Ítem-level CVI), que refleja la proporción de expertos que están de acuerdo en la validez de un ítem o componente específico, y el S-CVI (scale-level CVI), que representa el promedio de todos los I-CVI y ofrece una medida de la validez de contenido de todo el instrumento o material (Polit et al., 2007). La literatura establece estándares consensuados para su interpretación. Para un panel de entre 5 y 10 expertos, se considera que un ítem tiene una validez excelente si su I-CVI es igual o superior a 0.78. A nivel global, un S-CVI promedio igual o superior a 0.90 es indicativo de una validez de contenido excelente para el material en su conjunto (Liliana,2023). La aplicación de estos estándares estadísticos convierte la validación en un proceso riguroso y científico, permitiendo tomar decisiones fundamentadas sobre la necesidad de modificar, eliminar o mantener cada parte de la guía de laboratorio antes de su aplicación.

2.2.7 *Pleurotus ostreatus* como recurso didáctico estratégico

Se presenta a *Pleurotus ostreatus* como el eje central de la propuesta didáctica, justificando su elección por su potencial para articular contenidos curriculares de noveno grado con una experiencia práctica contextualizada y de bajo costo.

2.2.7.1 Características pedagógicas y ventajas comparativas

El hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) reúne un conjunto de características que lo posicionan como un recurso didáctico estratégico y de ventajas comparativas para el contexto escolar. Es un organismo de bajo costo y alto rendimiento, que puede cultivarse eficientemente en una amplia variedad de residuos agroindustriales lignocelulósicos (bagazo, paja, aserrín), abundantes y de bajo o nulo costo en Ecuador (Bellettini et al., 2019a; Effiong

et al., 2023). Su ciclo de crecimiento es relativamente corto (entre 3 y 5 semanas desde la inoculación hasta la cosecha), lo que lo hace compatible con la duración de una unidad didáctica o un proyecto escolar trimestral. Además, es seguro para la manipulación en el aula, ya que no es tóxico y sus esporas no suelen representar un riesgo patógeno en condiciones normales de cultivo (Bellettini et al., 2019b). Estas características lo diferencian de otros recursos experimentales que pueden requerir equipos costosos, reactivos químicos peligrosos o ciclos biológicos demasiado largos, haciendo del *P. ostreatus* una opción viable, inclusiva y replicable incluso en escuelas con recursos limitados.

2.2.7.2 Potencial para el desarrollo de pensamiento científico y sistémico

El cultivo de *P. ostreatus* es un organismo biológico que les permite a los estudiantes formular preguntas investigables genuinas (¿qué sustrato produce más? ¿cómo afecta la temperatura al crecimiento?), diseñar experimentos controlados, medir variables cuantitativas (peso, número de cuerpos fructíferos, rendimiento biológico) y analizar datos para construir explicaciones. Simultáneamente, fomenta el pensamiento sistémico, ya que el cultivo funciona como un sistema donde interactúan múltiples variables: el tipo de sustrato (variable independiente) afecta no solo el rendimiento (variable dependiente), sino también la velocidad de colonización, la humedad, el pH y la posible competencia con contaminantes (Assaraf & Orion, 2005).

Analizar estas interrelaciones permite a los estudiantes comprender la complejidad de los sistemas biológicos y evitar explicaciones lineales simples. El valor didáctico del *P. ostreatus* se potencia al vincularlo con problemas socio-científicos relevantes para el siglo XXI. Su cultivo es un ejemplo tangible de bioprocesamiento o economía circular, donde un residuo agroindustrial se transforma en un alimento de alto valor (proteína) y en un

subproducto (sustrato agotado) que puede usarse como abono orgánico (Bhardwaj et al., 2025; Cruz, 2021).

Esta conexión permite abordar en el aula temas cruciales como la seguridad alimentaria, la gestión sostenible de residuos, la biotecnología blanca y la innovación para el desarrollo local. Al contextualizar el aprendizaje en estos desafíos reales, se promueve la alfabetización científica de los estudiantes, entendida no solo como la comprensión de conceptos, sino como la capacidad de utilizar el conocimiento científico para participar en debates y tomar decisiones informadas sobre problemas que afectan a su comunidad y al planeta (Li & Guo, 2021).

2.2.8 Articulación curricular: del documento normativo a la práctica en el aula

2.2.8.1 Análisis del currículo priorizado 2025 para EGB

El Currículo priorizado para la educación general básica superior (Ministerio de Educación del Ecuador, 2025), representa un marco avanzado que consolida la transición hacia un enfoque por competencias. Su núcleo filosófico se sustenta en la concepción del conocimiento científico como un proceso dinámico de construcción, posicionando al método científico como la herramienta cognitiva fundamental. Esto se traduce en objetivos de aprendizaje que van más allá de la memorización, demandando acciones específicas de indagación. Por ejemplo, el objetivo O.CN.4.10 exige "utilizar el método científico para desarrollar habilidades de investigación", lo cual se desglosa en la destreza concreta de "diseñar y ejecutar una investigación experimental completa". Objetivos como el O.CN.4.3 (análisis de flujos de energía) y el O.CN.4.7 (estudio de materia orgánica) demandan intrínsecamente la experimentación y el manejo de variables. Este currículo

configura un escenario donde la implementación de prácticas de laboratorio estructuradas no es optativa, sino una respuesta pedagógica necesaria para alcanzar sus metas.

Tabla 1: *Relación entre objetivos curriculares, destrezas y competencias investigativas en EGBS*

Código del Objetivo	Objetivo del área	Destrezas criterio de desempeño clave	con de Competencias investigativas asociadas
O.CN.4.3	Analizar flujos de energía e impactos humanos en ecosistemas.	Diseñar modelos y analizar variables en sistemas ecológicos.	Formulación de hipótesis, análisis de variables, modelización, interpretación.
O.CN.4.7	Diferenciar materia orgánica e inorgánica e identificar biomoléculas.	Experimentar y comparar propiedades de materiales orgánicos.	Observación sistemática, análisis comparativo, inferencia científica.
O.CN.4.9	Comprender la relación ciencia tecnología-sociedad ambiente (CTSA).	Argumentar soluciones a problemas locales con base científica.	Pensamiento crítico, contextualización, argumentación fundamentada.
O.CN.4.10	Utilizar el método científico para una investigación	Diseñar y ejecutar una investigación	Diseño experimental, recolección/análisis de

desarrollar	experimental	datos, comunicación de
habilidades	de completa.	resultados.
investigación.		

Fuente: Elaboración propia con base en el Currículo Priorizado para EGBS (Ministerio de Educación del Ecuador, 2025).

Como se observa en la Tabla 1, el currículo actual (Ministerio de Educación del Ecuador, 2025), trasciende la enumeración de contenidos para priorizar el desarrollo de procedimientos científicos y competencias complejas. Cada objetivo de aprendizaje se desglosa en destrezas operativas y observables, las cuales, a su vez, se vinculan directamente con competencias investigativas de orden superior. Por ejemplo, el objetivo O.CN.4.10, cuyo fin es la aplicación del método científico, se traduce en la destreza concreta de "diseñar y ejecutar una investigación experimental completa", acción que desarrolla competencias integrales como el diseño experimental y la comunicación de resultados. Esta estructura evidencia un diseño curricular que exige una metodología activa y experimental en el aula. No basta con explicar teóricamente los ecosistemas (O.CN.4.3) o la materia orgánica (O.CN.4.7); se requiere que los estudiantes diseñen modelos, experimenten y comparen, ejercitando así el pensamiento científico.

Tabla 2 : *Relación entre el currículo vigente (2025), prácticas experimentales sugeridas (2017) y competencias investigativas*

Nivel educativo	Objetivo de aprendizaje del área (Currículo Priorizado 2025)	Práctica experimental sugerida (Guía 2017)	Competencias investigativas desarrolladas
8.º EGB	O.CN.3.2: Indagar, a partir de la observación sistemática, los factores bióticos y abióticos que influyen en el desarrollo de los seres vivos en distintos ecosistemas.	Observación y análisis del crecimiento de plantas en condiciones variables.	Formulación de hipótesis, control de variables, registro y análisis de datos.
	O.CN.2.4: Experimentar y explicar los cambios de estado de la materia y su relación con la energía térmica en fenómenos naturales y procesos tecnológicos cotidianos.	Experimentos de cambio de estado de sustancias comunes (agua, cera).	Observación sistemática, experimentación, análisis de procesos físicos.
9.º EGB	O.CN.1.7: Analizar experimentalmente las propiedades físicas de la materia (como masa, volumen, densidad)	Cálculo de densidad con materiales como madera, agua y aceite.	Medición precisa, análisis comparativo, construcción de

	para caracterizar materiales y explicar fenómenos naturales.		explicaciones causales.
9.º EGB	O.CN.4.1: Diseñar y ejecutar investigaciones simples para analizar las funciones de relación, nutrición y reproducción en seres vivos, utilizando diversos instrumentos y técnicas.	Observación al microscopio de células vegetales y animales.	Observación sistemática, uso de instrumentos científicos, registro de datos.
10.º EGB	O.CN.4.7: Experimentar con reacciones químicas comunes (ácido-base, óxido-reducción) para diferenciar cambios físicos y químicos, y representarlos mediante ecuaciones.	Observación de reacciones químicas como efervescencia o cambio de color.	Identificación de variables, registro de cambios, interpretación científica.
10.º EGB	O.CN.4.3: Analizar, mediante modelos o investigaciones, los flujos de energía (como la fotosíntesis) y su importancia en el mantenimiento de los sistemas vivos.	Construcción de un modelo experimental de fotosíntesis con plantas acuáticas.	Formulación de hipótesis, análisis de resultados, comprensión de procesos vitales.
10.º EGB	O.CN.4.10: Aplicar el método científico en el diseño y	Estudio del efecto de la temperatura	Diseño experimental,

ejecución de una investigación	sobre la velocidad	manipulación de
experimental sobre un problema	de reacción con	variables
local, controlando variables y	vinagre y	independientes,
comunicando los resultados.	bicarbonato.	análisis de
		tendencias.

Fuente. Objetivos de aprendizaje basados en el *Currículo Priorizado 2025*.

Prácticas experimentales basadas en la *guía docente para el uso de laboratorios* (Ministerio de Educación del Ecuador, 2017)

El análisis de la Tabla 2 revela dos aspectos fundamentales. En primer lugar, se confirma una coherencia pedagógica entre los objetivos del 2025 y las sugerencias del 2017. Ambos documentos comparten un enfoque basado en la indagación, donde el estudiante es el protagonista de la construcción de conocimiento a través de la observación, la experimentación y el análisis. En segundo lugar, y más importante, se evidencia el espacio de autonomía profesional que el sistema educativo otorga al docente. La Guía de 2017 ofrece ejemplos genéricos (crecimiento de plantas, cambios de estado) que sirven como referencia, pero no como un protocolo único o prescriptivo.

El propio currículo (Ministerio de Educación del Ecuador, 2025), establece la necesidad de que las prácticas se acoplen al perfil de los estudiantes y al contexto real de la institución. Esto significa que la elección y diseño de la actividad experimental final recae en el docente, quien debe ejercer su criterio profesional para seleccionar o crear una práctica que sea viable, significativa y permita alcanzar los objetivos de aprendizaje de la manera más efectiva posible. Es precisamente en este espacio de autonomía contextualizada donde se

sitúa la innovación de la presente tesis. La propuesta de una guía de laboratorio estructurada para el cultivo y estudio de *Pleurotus ostreatus* surge como una respuesta concreta a este mandato. No reemplaza las sugerencias ministeriales, sino que las ejemplifica y materializa en un contexto específico. Toma los objetivos vigentes (como O.CN.4.3 O.CN.4.7 y, especialmente, O.CN.4.10) y el espíritu indagatorio de las guías, y los canaliza a través de un organismo modelo que permite vivir el ciclo completo de la investigación científica.

2.2.9 La Guía de laboratorios del ministerio de educación: alcances y limitaciones

Para apoyar esta implementación, el Ministerio de Educación publicó la "Guía docente para el uso de laboratorios" (Ministerio de Educación del Ecuador, 2025). Este documento es valioso porque reconoce el laboratorio como una herramienta metodológica esencial y establece un protocolo pedagógico para el diseño de prácticas, exigiendo elementos como un propósito didáctico explícito, fundamentación teórica, secuencia procedimental y evaluación. Sin embargo, un análisis crítico de su contenido revela una limitación significativa: la ausencia de protocolos experimentales detallados que utilicen organismos vivos, accesibles y de bajo costo, contextualizados a la realidad ecuatoriana. La guía ofrece ejemplos genéricos (observación de plantas, cambios de estado) que, si bien son útiles como referencia, no constituyen en sí mismos recursos didácticos completos listos para usar. Esta brecha entre el mandato curricular innovador y las herramientas didácticas específicas disponibles representa la oportunidad precisa que esta investigación busca cubrir.

2.2.10 El principio de contextualización curricular

El currículo ecuatoriano enfatiza el principio de contextualización, estableciendo la necesidad de que los aprendizajes se vinculen con la vida cotidiana del estudiante y se

acoplen al perfil de los estudiantes y al contexto real de la institución (Ministerio de Educación del Ecuador 2025).

Esto otorga un espacio de autonomía profesional al docente para seleccionar o crear las actividades más pertinentes. La presente propuesta materializa este principio de manera concreta. La guía de laboratorio se contextualiza al: 1) Seleccionar un organismo (*P. ostreatus*) y sustratos (residuos locales) que forman parte del entorno productivo ecuatoriano; 2) Diseñar investigaciones que parten de problemas o curiosidades potenciales de la comunidad (aprovechamiento de desechos, producción de alimentos); y 3) Alinear cada actividad con destrezas y objetivos curriculares específicos. De este modo, la guía no es un recurso genérico, sino un puente contextualizado que conecta el documento normativo con una práctica de aula significativa, viable y alineada con los fines de la educación científica ecuatoriana.

2.3. MARCO CONCEPTUAL OPERATIVO

2.3.1. Constructos pedagógicos fundamentales

2.3.2 Indagación científica escolar

La indagación científica escolar es el enfoque pedagógico central que emula la práctica científica profesional adaptada al aula. Se define como un proceso estructurado donde los estudiantes investigan preguntas o problemas genuinos mediante ciclos de observación, experimentación, análisis de datos y argumentación basada en evidencia (Franco-Mariscal & Joaquín, n.d.). Se distingue radicalmente de la mera verificación de hechos conocidos, ya que coloca al estudiante en el rol de investigador principal. En esta investigación, la indagación es el motor metodológico de la guía. El proceso de cultivo de *Pleurotus ostreatus* es un fenómeno ideal para la indagación, pues permite a los

estudiantes formular sus propias preguntas, ejemplo "¿qué sustrato local produce mayor rendimiento?", diseñar experimentos controlados, recolectar datos empíricos sistemáticamente y construir explicaciones fundamentadas, viviendo así el proceso de construcción del conocimiento científico (Furtak et al., 2012).

2.3.3 Competencias investigativas

Las competencias investigativas se conceptualizan como un conjunto integrado de capacidades (saber conocer, saber hacer, saber ser) que permiten a los estudiantes realizar indagaciones científicas escolares de manera sistemática, rigurosa y ética (Fontalvo Buelvas et al., 2024; Gamboa Suárez et al., 2020; Gea Izquierdo et al., 2009).

Para esta propuesta, se operacionalizan en cinco dimensiones evaluables que reflejan el ciclo completo del método científico y se alinean con el currículo ecuatoriano:

- 1) Planteamiento de problemas (formular preguntas investigables sobre el crecimiento del hongo),
- 2) Diseño metodológico (planificar experimentos controlados identificando variables),
- 3) Ejecución y registro (observar y documentar sistemáticamente el proceso de 20-35 días),
- 4) Análisis de datos (procesar información cualitativa y cuantitativa), y
- 5) Comunicación científica (presentar hallazgos con rigor usando lenguaje científico apropiado).

Estas dimensiones constituyen el objetivo terminal del área de Ciencias Naturales y son el norte del diseño de las actividades de la guía.

2.3.4 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) se define como una estrategia didáctica compleja en la que los estudiantes, de manera colaborativa, planean, implementan y evalúan un proyecto de larga duración que responde a una pregunta o problema auténtico y desafiante

(Kokotsaki et al., 2016). Fomenta el trabajo colaborativo, la autonomía y la integración interdisciplinar de conocimientos. En esta propuesta, el ABP proporciona la macroestructura que otorga sentido y contexto global al proceso. El cultivo de *P. ostreatus* se enmarca como un proyecto de investigación aplicada de 6 a 8 semanas, donde un objetivo final significativo (e.g., "Optimizar la producción de hongos usando residuos locales para contribuir a la seguridad alimentaria") guía y conecta todas las sesiones de laboratorio, transformando una práctica aislada en una narrativa investigativa cohesionada (Fontalvo Buelvas et al., 2024).

2.3.5 Contextualización curricular

La contextualización curricular es el proceso de adaptar y vincular los contenidos, métodos, ejemplos y problemas de enseñanza a la realidad específica, cultural y socioeconómica del entorno inmediato de los estudiantes (Herrera Rodríguez et al., 2020). Va más allá de la ejemplificación ocasional; implica hacer que el aprendizaje sea intrínsecamente significativo y pertinente para la vida del alumno. En esta investigación, la contextualización es un principio rector de doble vía: 1) la selección del *P. ostreatus* y el uso de residuos agroindustriales locales (bagazo, tusa de maíz, paja) responden a una realidad productiva y ambiental ecuatoriana; y 2) las preguntas de investigación que se promueven en la guía se derivan de necesidades o curiosidades potenciales de la comunidad (aprovechamiento de desechos, producción sostenible de alimentos). Este proceso aumenta drásticamente la motivación y el significado del aprendizaje, alineándose con el principio de pertinencia consagrado en la LOEI

2.3.6 Guía de laboratorio estructurada

La guía de laboratorio estructurada se conceptualiza como un instrumento didáctico que trasciende el simple protocolo de pasos para convertirse en un andamiaje que guía sistemáticamente el proceso completo de indagación (Hofstein, 2004). Provee la estructura necesaria para que el estudiante formule hipótesis, diseñe procedimientos adaptables, registre datos de manera sistemática, analice resultados y reflexione sobre el proceso (metacognición), promoviendo así una autonomía progresiva. En esta propuesta, la guía se diseña siguiendo la lógica integrada del ABP (macro-estructura) y del modelo 5E (micro-estructura de sesiones). Su arquitectura incluye secciones para la planificación del proyecto, hojas de registro de observaciones, espacios para el análisis de datos y pautas para la comunicación de resultados, funcionando como el soporte material que articula todos los componentes del sistema didáctico y que será objeto de validación cuantitativa.

2.3.7. Validación por juicio de expertos

La validación por juicio de expertos es una metodología de investigación cuantitativa empleada para evaluar la calidad, pertinencia y claridad de un instrumento o material en fase de desarrollo. Consiste en la evaluación sistemática por parte de un panel de especialistas con conocimiento profundo en el área de contenido (didáctica de las ciencias) y/o en el área de aplicación (biología, docencia en EGB) (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). Este método permite transformar valoraciones subjetivas en datos numéricos analizables estadísticamente. En esta investigación, es el procedimiento central para cumplir con el objetivo específico 3, donde los expertos evaluarán el prototipo de la guía en dimensiones clave como validez de contenido, pertinencia curricular, claridad didáctica y viabilidad práctica, utilizando escalas de valoración estandarizadas.

2.3.8 Índice de Validez de Contenido (CVI)

El Índice de validez de contenido (Content Validity Index, CVI) es la métrica estadística principal derivada del juicio de expertos, que cuantifica el grado de consenso sobre la relevancia y representatividad de los ítems de un instrumento (Polit et al., 2007). Se calcula a dos niveles: el I-CVI (índice a nivel de ítem), que es la proporción de expertos que califican un ítem como relevante (usualmente en una escala de 4 puntos, donde 3 y 4 son "relevantes"), y el S-CVI (índice a nivel de escala), que es el promedio de todos los I-CVI. Para esta investigación, se adoptarán los estándares rigurosos propuestos por Lilian Zamora (2023): un I-CVI ≥ 0.78 por ítem y un S-CVI promedio ≥ 0.90 para la guía en su conjunto serán los criterios cuantitativos que determinarán la validez de contenido aceptable del material diseñado.

2.3.9. Encuesta diagnóstica

La encuesta diagnóstica es un instrumento de investigación cuantitativa, de carácter descriptivo y transversal, diseñado para recopilar información sistemática sobre las características, percepciones, prácticas y necesidades específicas de una población en un momento determinado. Típicamente emplea preguntas cerradas y escalas de actitud (como la escala Likert) para permitir el análisis estadístico de frecuencias, tendencias centrales y correlaciones. En el marco de esta investigación, la encuesta diagnóstica es la herramienta que operacionaliza el objetivo específico 1. Se aplicará a una muestra de docentes de ciencias naturales de EGB para diagnosticar la frecuencia de uso, las percepciones de efectividad y las necesidades prioritarias relacionadas con las guías de laboratorio vigentes, proporcionando así datos empíricos cuantitativos que fundamenten el diseño de la propuesta.

2.3.10 *Pleurotus ostreatus* como recurso educativo

Pleurotus ostreatus (hongo ostra) se selecciona como organismo modelo educativo por reunir atributos pedagógicos y científicos idóneos para el contexto escolar (Bellettini et al., 2019b). Es un recurso didácticamente óptimo debido a: su ciclo de crecimiento completo observable en 3 a 5 semanas, compatible con un período académico; su seguridad biológica (no tóxico, esporas no patógenas en condiciones normales); y su bajo costo de cultivo, al utilizar sustratos lignocelulósicos de desecho agroindustrial ampliamente disponibles en Ecuador (Pérez-Martínez et al., 2015). Científicamente, es eficiente transformando residuos en biomasa proteica comestible, lo que permite abordar conceptos transversales de biología, química, sostenibilidad y emprendimiento.

2.3.11 Bioprocesamiento de residuos agroindustriales

El bioprocesamiento de residuos agroindustriales es el uso de sistemas biológicos (como hongos, bacterias o enzimas) para transformar desechos de origen agrícola o industrial en productos de mayor valor, energía o servicios ambientales, constituyendo un pilar fundamental de la economía circular (Bhardwaj et al., 2025). Los estudiantes no solo "cultivan un hongo", sino que realizan un proceso de biotecnología aplicada al utilizar bagazo de caña, tusa de maíz o residuos de banano como materia prima. Este enfoque transforma un problema ambiental local (acumulación de residuos) en el contexto de una solución biotecnológica (producción de alimento y enmiendas orgánicas), proporcionando una capa adicional de significado al proyecto y fomentando la innovación y la conciencia *sobre el cierre de ciclos de materiales* (Jara-Samaniego et al., 2015).

2.3.12 Pensamiento sistémico

El pensamiento sistémico es la habilidad cognitiva de orden superior para analizar un fenómeno no como una simple suma de partes aisladas, sino como un todo complejo cuyos

componentes se interrelacionan e influyen mutuamente a través de bucles de retroalimentación y relaciones de causa-efecto no lineales (Arnold & Wade, 2015). Su desarrollo es crucial para abordar problemas complejos del mundo real, como los ambientales. El cultivo de *P. ostreatus* se presenta como un sistema biotecnológico ideal para desarrollar esta competencia. Los estudiantes deben analizar cómo la variable independiente (tipo de sustrato) afecta no solo la variable dependiente principal (rendimiento), sino también otras variables interrelacionadas como la humedad, la temperatura, la velocidad de colonización del micelio, el pH del sustrato y la posible aparición de competidores (contaminantes) (Assaraf & Orion, 2005).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo describe el diseño metodológico de la presente investigación. La cual sigue un enfoque cuantitativo dominante dentro de un diseño mixto secuencial que integra dos fases: un diagnóstico y el desarrollo/validación de un producto tecnológico pedagógico. El propósito es ofrecer una descripción transparente y replicable de los procedimientos, desde la identificación de la muestra hasta el análisis de datos, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados.

3.1 Paradigma de investigación

3.1.1. Fundamentación del paradigma

Este estudio se enmarca en el paradigma positivista, el cual se caracteriza por un enfoque empírico analítico que asume la existencia de una realidad externa, objetiva y cognoscible mediante la observación sistemática y la medición cuantificable (Morales Zúñiga, 2016). La investigación adopta un método hipotético deductivo, a partir del cual se derivan hipótesis específicas desde principios teóricos generales, las cuales son contrastadas empíricamente con los datos recolectados. El propósito es explicar y predecir los fenómenos estudiados, con el fin de identificar relaciones causales o correlacionales que permitan comprenderlos y proponer propuestas de solución a problemas concretos (Morales Zúñiga, 2016).

3.1.2. Aplicación del paradigma

El paradigma positivista cuantitativo se materializa en un diseño secuencial de predominio cuantitativo que guía todas las fases del estudio. En la fase 1 (diagnóstico), el componente deductivo se evidencia al derivar del marco teórico un conjunto de constructos, necesidades y componentes instruccionales que se operacionalizan en variables medibles

mediante un cuestionario estructurado con escalas Likert. La aplicación de este instrumento busca contrastar esas deducciones teóricas con datos numéricos recogidos de una muestra de expertos, utilizando el análisis estadístico para describir y generalizar hallazgos. En la fase 2 (desarrollo y validación), el prototipo de guía constituye la propuesta concreta o "solución proyectada". Su validez y calidad son puestas a prueba (siguiendo la lógica de verificación/falsación) mediante la evaluación cuantitativa de jueces expertos. El uso de instrumentos estandarizados (como rúbricas) y el análisis estadístico del Índice de validez de contenido (IVC) aseguran que la validación del producto se base en evidencia objetiva, medible y replicable, cumpliendo con el principio de rigor empírico que define al paradigma.

3.2. Enfoque y tipo de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

La presente investigación se enmarca en el tipo de investigación aplicada de desarrollo tecnológico pedagógico, específicamente bajo el paradigma de la investigación de diseño y desarrollo (Design and development research, DDR). Este enfoque se centra en el estudio sistemático del diseño, desarrollo y evaluación de un producto o proceso instruccional, con el propósito de generar conocimiento sobre los principios que garantizan su validez, calidad práctica y efectividad potencial (Mondragon-Barrios, n.d.). El estudio integra dos fases complementarias: una primera fase descriptiva diagnóstica (no experimental, transversal) para caracterizar el estado actual de la práctica docente, y una segunda fase proyectiva y de validación para la construcción y evaluación de un prototipo didáctico mediante juicio de expertos.

3.2.2. Enfoque cuantitativo dominante

Esta investigación adopta un enfoque cuantitativo dominante dentro de un diseño de métodos mixtos secuencial explicativo. El paradigma cuantitativo se caracteriza por la recolección y análisis de datos numéricos sobre variables específicas, utilizando técnicas estadísticas para describir, explicar y predecir fenómenos (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018a).

Este enfoque se sustenta en el razonamiento deductivo, partiendo de un marco teórico para derivar hipótesis o proposiciones que son sometidas a prueba empírica mediante instrumentos estandarizados (Creswell & Creswell, 2023). La investigación cuantitativa busca la objetividad y el control en el proceso, minimizando la subjetividad del investigador para lograr resultados confiables y generalizables.

3.2.3 Justificación del enfoque

La elección del enfoque cuantitativo responde a dos necesidades fundamentales. Primero, el diagnosticar las necesidades, identificar y medir la frecuencia e intensidad de fenómenos observables (como carencias formativas o valoración de componentes) dentro de un grupo de expertos (Creswell & Creswell, 2023). En segundo lugar, la validación de un producto educativo (la guía), que exige evidencia objetiva y comparable sobre su calidad: métricas como el Índice de Validez de Contenido (IVC) y los coeficientes de confiabilidad proporcionan un criterio estandarizado y robusto para afirmar la idoneidad del material desarrollado.

3.3. Diseño general de la investigación

Se implementa un diseño de investigación cuantitativo secuencial en dos fases (bifásico). Una fase inicial de diagnóstico, que permitirá fundamentar y orientar el desarrollo del prototipo. Posteriormente, una fase 2 de validación, que se centra en comprobar

cuantitativamente la calidad de dicho prototipo mediante la aplicación de un instrumento de escalas métricas y el análisis estadístico de los juicios expertos, particularmente a través del índice de validez de contenido (IVC).

3.3.1 Fase 1: diagnóstico descriptivo (no experimental y transversal)

El objetivo de esta fase fue caracterizar el estado actual de las prácticas docentes con guías de laboratorio en Ciencias Naturales a nivel de EGBS en Ecuador. Para ello, se utilizó un diseño no experimental, transversal y descriptivo, recolectando datos en un único momento temporal sin manipular las variables de estudio. Este enfoque permitió obtener un panorama objetivo y sistemático del contexto, identificando patrones, fortalezas y necesidades específicas que fundamentaron la fase posterior.

- **No experimental u observacional:** El investigador se limitó a observar y medir las variables de interés (frecuencia de uso, tipos de actividades, dificultades percibidas) tal como se manifiestan en un grupo de expertos, sin manipularlas ni asignar grupos de control. Este diseño es apropiado cuando el objetivo es describir un fenómeno en su contexto natural (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018)
- **Transversal (sincrónico):** La recolección de datos se realizó en un momento temporal único y delimitado (primer semestre de 2025). Los diseños transversales son eficaces para estimar la prevalencia de características o actitudes en una población en un punto específico en el tiempo (Ato et al., 2013).

3.4.2 Fase 2: desarrollo y validación por juicio de expertos

Partiendo de los hallazgos de la primera fase, se procedió al diseño instruccional de un prototipo de guía de laboratorio innovadora. Este producto fue sometido a una rigurosa evaluación de validez de contenido a través de la técnica de juicio de expertos, considerada esencial para garantizar la calidad, pertinencia y aplicabilidad de los recursos educativos

(Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). Esta fase combina un componente cuantitativo (escalas de evaluación) con uno cualitativo (observaciones de los expertos) para un enriquecimiento integral de la propuesta.

3.5.2 Fase 0: Validación inicial de instrumentos (Etapa preparatoria)

De manera previa a las fases principales, se llevó a cabo una Fase 0 enfocada en la validación de los instrumentos de diagnóstico. Antes de la recolección principal, los instrumentos de la Fase 1, una vez validados por jueces, fueron programados en la plataforma online. Se configuraron respuestas obligatorias, aleatorización de bloques (para evitar sesgos de orden) y se generaron los enlaces de acceso.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población: definición y caracterización

La población del presente estudio está constituida conceptualmente por profesionales académicos que poseen conocimiento reconocido en dos áreas: a) el tema específico de la investigación (campo temático de la guía), y b) la metodología de investigación educativa y el diseño tecnológico pedagógico (Creswell & Creswell, 2023; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

3.4.2. Muestra: no probabilística intencional por criterios

Dada la naturaleza especializada del estudio, se empleó un muestreo no probabilístico intencional por criterios, estándar en estudios de validación mediante juicio de expertos, donde la idoneidad del juicio es prioritaria sobre el tamaño muestral (Pacheco-Castillo, 2024). Se conformaron dos paneles:

- **Panel de expertos metodólogos (n=3):** Para la validación de los instrumentos de investigación.

- **Panel de expertos temático-docentes (n=5):** Para el diagnóstico inicial y la validación del prototipo de guía.(Pacheco-Castillo, 2024).
- 3.4.3. Criterios de inclusión y perfiles expertos
- Para garantizar la idoneidad y el rigor en la selección de los jueces, se establecieron criterios de inclusión explícitos, objetivos y verificables tales como:
- Grado académico de maestría o doctorado en un área directamente relacionada con el tema central de la investigación.
- Mínimo de 4 años de experiencia profesional o investigativa aplicada en el campo de estudio.
- Experiencia comprobada en diseño, implementación o evaluación de materiales o programas educativos.

3.4.4. Proceso de selección y consentimiento informado

La selección se realizó mediante revisión de bases de datos académicas y directorios institucionales. Cada potencial experto fue contactado vía correo electrónico con una invitación detallada. La participación se formalizó mediante un consentimiento informado escrito en formato digital, asegurando el carácter voluntario, informado y confidencial, basado en los principios éticos de autonomía, beneficencia y justicia (Mondragon-Barrios, n.d.).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Definición y caracterización de la población

La población del presente estudio está constituida conceptualmente por el conjunto de profesionales y académicos que poseen conocimiento experto reconocido en dos áreas: a) el tema específico de la investigación (campo temático de la guía: didáctica de las ciencias,

biología, uso de laboratorio), y b) la metodología de investigación educativa y el diseño tecnológico-pedagógico. Se trata de una población finita, pero de difícil enumeración exacta, caracterizada por un alto nivel de especialización, experiencia práctica o investigativa documentada, y un rol activo en la generación o aplicación de conocimiento en sus respectivos ámbitos (Creswell & Creswell, 2023; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

3.5.2. Muestra: no probabilística intencional por criterios

Dada la naturaleza especializada del estudio que requiere informantes con conocimiento profundo tanto en el contenido como en su aplicación pedagógica se empleó un muestreo no probabilístico intencional por criterios. Este tipo de muestreo es el estándar en estudios de desarrollo y validación mediante juicio de expertos, donde la idoneidad, experiencia y calidad del juicio de los participantes son prioritarias sobre el tamaño muestral o la representatividad estadística (Pacheco-Castillo, 2024). Se conformaron dos paneles independientes:

- **Panel de expertos metodólogos (n=3):** Encargado de la validación de los instrumentos de investigación (cuestionarios de diagnóstico y validación).
- **Panel de expertos temático-docentes (n=5):** Participó tanto en la fase de diagnóstico (Instrumento 1) como en la fase de validación del prototipo de guía (Instrumento 2). La participación de los mismos cinco expertos en ambas fases permitió una evaluación coherente y longitudinal, desde la identificación de necesidades hasta la valoración de la solución propuesta.

3.5.3. Criterios de inclusión y perfiles expertos

Para garantizar la idoneidad y el rigor en la selección de los jueces, se establecieron criterios de inclusión explícitos, objetivos y verificables, siguiendo recomendaciones para estudios de validación por expertos (Pacheco-Castillo, 2024) .

Para el panel de expertos metodólogos, los criterios fueron:

- Poseer título de maestría o doctorado en áreas afines a la investigación educativa, metodología de la investigación o evaluación psicométrica.
- Contar con al menos 3 años de experiencia en docencia universitaria o asesoría metodológica.
- Para el panel de expertos temático docentes, dado que su rol implicaba evaluar tanto el contenido sustantivo como la estructura didáctica de la guía, se establecieron los siguientes criterios:
- Grado académico de maestría o doctorado en un área directamente relacionada con el tema central de la investigación (didáctica de las ciencias, biología, currículo).
- Mínimo de 4 años de experiencia como docente titular de Ciencias Naturales (Biología o Química) en Educación General Básica Superior.
- Haber planificado y ejecutado de manera sistemática (mínimo 4 prácticas por año lectivo) actividades de laboratorio o experimentales en los últimos dos años.
- Experiencia comprobada en diseño, implementación o evaluación de materiales o programas educativos (ej., haber diseñado asignaturas, talleres, guías o recursos de aprendizaje), evidenciada en su hoja de vida o portafolio.

3.5.4. Proceso de selección y consentimiento informado

El proceso de selección inició con la identificación de candidatos a través de la revisión de bases de datos académicas (Google Scholar), directorios institucionales y redes

profesionales académicas. Cada potencial experto fue contactado vía correo electrónico con una invitación detallada que explicaba los objetivos de la investigación, su rol, el tiempo estimado de participación, las garantías de confidencialidad y los derechos como participante. Se verificó el cumplimiento de los criterios antes de solicitar su participación formal.

La participación fue formalizada mediante un consentimiento informado escrito en formato digital. Este documento, basado en los principios éticos de autonomía, beneficencia y justicia (Mondragon-Barrios, n.d.), aseguró que la participación fuera voluntaria, informada y anónima. Se enfatizó el derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencia alguna.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica: encuesta por cuestionario estructurado

La técnica principal para la recolección de datos en ambas fases fue la **encuesta**, operacionalizada a través de cuestionarios estructurados autoadministrados vía plataforma online (Google Forms). Esta técnica permite recopilar datos de manera sistemática, uniforme y económica de una muestra de sujetos, facilitando la comparación, la cuantificación y el análisis estadístico posterior (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018a). Su estructura cerrada minimiza la variabilidad en la interpretación y estandariza las respuestas. La modalidad autoadministrada en línea ofreció ventajas clave como un mayor alcance, eficiencia en la recolección y control metodológico, garantizando el anonimato y reduciendo potenciales sesgos (Oranga & Matere, 2025).

3.6.2. Instrumentos de aplicación al panel temático-docente

- **Instrumento 1: Cuestionario de diagnóstico sobre uso y percepción de guías de laboratorio.**

Su objetivo fue diagnosticar la frecuencia de uso, las percepciones de efectividad y

las necesidades prioritarias relacionadas con las guías de laboratorio vigentes para la enseñanza por indagación. El instrumento se estructuró en cuatro secciones, utilizando principalmente escalas tipo Likert de 5 puntos:

- **Dimensión 1: Frecuencia y modalidad de uso:** origen de las guías, periodicidad, organización estudiantil y adecuación del tiempo.
- **Dimensión 2: Percepción de efectividad para la indagación :** contribución al desarrollo de observación sistemática, formulación de preguntas investigables, seguimiento de procedimientos y análisis de datos.
- **Dimensión 3: Necesidades prioritarias identificadas:** claridad, alineación curricular, necesidad de innovación y adecuación a la diversidad.

Instrumento 2: Cuestionario de validación del prototipo de guía de laboratorio.

Diseñado para validar cuantitativamente el prototipo de la guía para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, evaluando su nivel de validez de contenido, pertinencia curricular, claridad didáctica y viabilidad práctica. Consta de 10 ítems evaluados con una escala Likert de 5 puntos (1=Totalmente en desacuerdo; 5=Totalmente de acuerdo), agrupables en dimensiones implícitas como:

- Pertinencia curricular y científica
- Calidad didáctica y claridad
- Viabilidad práctica y adaptabilidad
- Evaluación del aprendizaje

3.6.3. Instrumento de validación metodológica (aplicado a expertos metodólogos)

Para asegurar la calidad técnica previa a la aplicación de los instrumentos principales, se

empleó una matriz de validación dirigida al panel de metodólogos (n=3). Este instrumento, estructurado en una escala de evaluación cualitativa (Deficiente - Aceptable - Excelente), evaluó cada ítem de los Cuestionarios 1 y 2 según tres criterios: congruencia de los contenidos, precisión del ítem y redacción del ítem. Este proceso permitió depurar y optimizar los instrumentos de recolección principal, forzando una postura definida sobre la calidad de cada reactivo.

3.6.4. Validación de contenido y confiabilidad de los instrumentos

Para garantizar la validez métrica de los instrumentos antes de su aplicación a la muestra de expertos temáticos, se siguió un proceso independiente de validez de contenido por jueces. Los tres jueces metodólogos (panel metodólogo), diferentes a los 5 expertos temáticos y con formación de posgrado en metodología de la investigación, evaluaron los borradores del cuestionario de diagnóstico (Fase 1) y del cuestionario de validación (Fase 2). Su tarea fue juzgar la claridad, pertinencia y redacción de cada ítem.

Se calculó un Índice de Validez de Contenido (IVC) preliminar siguiendo el método de Lawshe (1975). Para un panel de 3 jueces, el umbral de aceptación para un ítem es un $IVC \geq 0.78$ (acuerdo unánime). Los ítems que no alcanzaron este umbral fueron reformulados o eliminados. Adicionalmente, se aplicó el criterio de Lawshe (1975) para cinco jueces en la validación final del prototipo, requiriéndose el acuerdo de al menos cuatro (4/5) en cada ítem para alcanzar un IVC significativo (≥ 0.80).

3.7. Fuente

Para asegurar la solidez y credibilidad del proceso, se recurrió a una triangulación de fuentes de información, combinando datos documentales y de campo (Furtak et al., 2012).

3.7.1. Fuentes documentales

Se realizó una revisión exhaustiva de fuentes primarias y secundarias que constituyeron el sustento teórico, normativo y científico del diseño. Esta revisión incluyó: 1) El *Currículo Priorizado* del Ministerio de Educación del Ecuador, como fuente primaria normativa; 2) Artículos científicos indexados en bases de datos como Scopus, Web of Science y SciELO, sobre didáctica de las ciencias y metodologías activas; 3) Literatura especializada en el diseño de recursos educativos; y 4) manuales técnicos y publicaciones científicas sobre el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, para garantizar el rigor del contenido biológico.

3.7.2. Fuentes de campo (juicio de expertos)

La validación del prototipo se efectuó mediante la técnica de juicio de expertos, considerada una fuente de información cualificada y esencial en la evaluación de productos educativos (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). Se conformaron dos paneles de expertos: un panel metodológico para evaluar la estructura del instrumento de diagnóstico y un panel de expertos temáticos (docentes especializados) para valorar la guía didáctica. Su función fue actuar como evaluadores externos, proporcionando valoraciones cuantitativas (a través de escalas) fundamentada en su experiencia y conocimiento especializado.

3.8. Temporalidad

La investigación se desarrolló bajo un diseño sincrónico o transversal. Esto significa que la recolección de datos para cada una de las fases (diagnóstico docente y validación por expertos) se llevó a cabo en un momento temporal único y delimitado, sin realizar un seguimiento longitudinal de los participantes. La aplicación de los instrumentos diagnósticos

y el proceso de validación por expertos se efectuaron durante el primer semestre del año 2025. Este corte transversal permite obtener, en un período acotado, evidencia diagnóstica de la situación de partida y una evaluación conclusiva sobre la calidad del producto desarrollado, siendo adecuado para estudios descriptivos y de validación (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

3.9. Amplitud de foco

La amplitud de foco de este estudio es multieventual y multivariable (Ato et al., 2013b). Debido a que, es multieventual ya que integra y analiza secuencialmente tres momentos metodológicos interrelacionados: el análisis documental, el diseño pedagógico y la valoración por expertos. Esta triangulación garantiza coherencia teórica y pertinencia práctica en el contexto educativo real. Asimismo, es multivariable al operacionalizar y evaluar un conjunto de variables interdependientes para una valoración integral. Las variables clave son la coherencia curricular, el rigor científico, la viabilidad técnica y el potencial pedagógico de la guía. Por tanto, esta amplitud de foco permite una evaluación holística y rigurosa, asegurando que el recurso diseñado sea sólido y aplicable (Ato et al., 2013b).

3.10. Análisis de Datos

3.10.1. Procesamiento y depuración de los datos

Todos los datos cuantitativos de ambas fases fueron consolidados en una base de datos de excel. Se ejecutó una depuración rigurosa que incluyó: identificación y tratamiento de valores perdidos (se usó la exclusión por casos en los análisis afectados), detección de

respuestas atípicas mediante diagramas de caja, y verificación de patrones de respuesta inválidos (Baba et al., 2021).

3.10.2. Análisis para la fase 1: estadística descriptiva e inferencial

Para el análisis del diagnóstico se empleó estadística descriptiva univariada: frecuencias y porcentajes para variables nominales para variables escala Likert. Se generaron tablas y gráficos para visualizar distribuciones (Baba et al., 2021).

3.10.3. Análisis para la fase 2: cálculo del índice de validez de contenido (IVC):

El análisis para la validación se centró en el cálculo del índice de validez de contenido (IVC) como métrica cuantitativa principal y en la estadística descriptiva de las puntuaciones. Para cada ítem del cuestionario de validación, se calculó el IVC utilizando la fórmula de Lawshe (1975):

$$IVC = \frac{ne - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

Donde:

- IVC: Índice de Validez de Contenido.
- ne : Número de expertos que calificaron el ítem como "Adecuado" (4) o "Muy Adecuado" (5).
- N : Número total de expertos en el panel ($N=5$).

Dado el tamaño del panel, se aplicó el criterio estricto de $IVC \geq 0.60$ para la aceptación de un ítem (Romero Jeldres et al., 2023). Adicionalmente, se calcularon la media y la desviación estándar de las puntuaciones para cada dimensión, lo que permitió identificar tanto el nivel de aceptación promedio como el grado de consenso entre los expertos.

3.11. Operacionalización de variables

Tabla 3: Operacionalización de variables

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Diagnosticar, media nte una encuesta cuantitativa a docentes de ciencias naturales de EGB, la frecuencia de uso, las percepciones de laboratorio efectividad y las vigentes necesidades prioritarias relacionadas con las guías de laboratorio	Uso y percepción de guías de laboratorio vigentes	El uso se define como la frecuencia y las modalidades de implementación de recursos didácticos estructurados para la experimentación escolar. La alineación curricular se refiere al grado de correspondencia entre las actividades	D1. Frecuencia y modalidad de uso. D2. Percepción de Efectividad para la Indagación.	• Frecuencia de implementación • Origen de las guías utilizadas • Organización del trabajo estudiantil • Contribución al desarrollo de la observación.	Encuesta por cuestionario.	Cuestionario de diagnóstico.

vigentes para la enseñanza por indagación.	propuestas en una guía y las destrezas con criterios de desempeño establecidas en el currículo oficial vigente, D3. el cual prioriza el desarrollo del pensamiento científico a través de la indagación (Ministerio de Educación del Ecuador, 2025),.	• Fomento de la experimentación rigurosa. • Utilidad para el análisis de datos y conclusiones. • Urgencia de materiales con enfoque indagativo. • Necesidad de actividades contextualizadas
--	---	--

Diseñar un prototipo de guía de laboratorio para el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i> , alineado al currículo priorizado 2025 y basado en los hallazgos del diagnóstico y los referentes teóricos de la didáctica de las ciencias.	Prototipo de guía de laboratorio	Producto educativo estructurado que organiza y guía el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de una actividad experimental basada en la indagación, integrando fundamentos científicos, pedagógicos y curriculares en un	D1. Fundamentación y planificación.	• Limitaciones de claridad o recursos en las guías actuales.	Diseño y desarrollo instruccional	Cuestionario tipo Likert.
				• Justificación • Objetivos de aprendizaje • Contenidos		
			D2. Diseño instruccional y ejecución	• Actividades • Recursos y materiales • Organización y tiempo		

		formato aplicable D3.	• Instrumentos de evaluación
		(Hofstein, 2004).	Evaluación y anexos.
			• Anexos y glosario.
Validar cuantitativamente el prototipo de guía, evaluando su nivel de validez de contenido, pertinencia curricular, claridad didáctica y viabilidad	Validez y calidad percibida del prototipo de guía.	Un prototipo es una versión preliminar de un producto educativo, diseñada para ser evaluada y refinada (Gamboa Suárez et al., 2020). La validez de contenido es el grado en	D1. Validez de contenido y pertinencia curricular.
			• Representatividad de los contenidos de microbiología y sostenibilidad.
			• Alineación con destrezas curriculares
			Encuesta por cuestionario.
			Escala de valoración/ cuestionario de validación por criterios

práctica a través del juicio de expertos y el cálculo del índice de validez de contenido (CVI).	que el prototipo representa de manera adecuada y exhaustiva el dominio de conocimiento y los principios didácticos que pretende enseñar (Cruzado Saldaña, 2022). La calidad didáctica se refiere a los atributos que garantizan que el material sea claro, esté bien estructurado y sea eficaz para promover el	específicas de noveno año. D2. Claridad didáctica y estructura. • Relevancia para el contexto educativo ecuatoriano. • Claridad en los objetivos de aprendizaje. • Instrucciones procedimentales comprensibles. D3. Viabilidad práctica de aplicación.
---	--	---

aprendizaje activo y el desarrollo de competencias (Anggrawan et al., 2023). La viabilidad es la factibilidad práctica de su implementación en contextos reales, considerando recursos, tiempo y capacitación docente (Cabero, 2013).

- Coherencia lógica entre las secciones
 - Adecuación al tiempo de una clase o proyecto.
 - Realismo y accesibilidad de los materiales requeridos.
 - Facilidad de implementación en un aula escolar típica.
-

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Una vez recopilada la información mediante la aplicación de los cuestionarios a los docentes expertos, se exponen los hallazgos cuantitativos obtenidos conforme a las preguntas propuestas y al análisis e interpretación de los datos con un enfoque estadísticos. En primer lugar, se hace un análisis sobre los datos diagnósticos, aplicados a los docentes en el ámbito obtenidos mediante frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar, que caracterizan el uso y la percepción de las guías de laboratorio vigentes.

De igual manera, los datos recolectados a partir de las encuestas aplicadas a los docentes fueron utilizados como base para diseñar una propuesta de guía de laboratorio dirigida a estudiantes de noveno año de EGB. Por último, se realizó una validación de la guía por parte de un grupo de docentes especializados en el área y se validaron los resultados mediante el índice de validez de contenido (IVC) por ítem y dimensión, bajo el criterio estricto de $IVC \geq 0.99$, complementado con el análisis de las medias en escala Likert.

4.1 Descripción de la muestra participante

A continuación, se presenta la caracterización de los dos paneles de expertos que participaron en las diferentes fases de la investigación. Primero, el panel de validación de instrumentos, compuesto por tres (3) metodólogos expertos en diseño de investigación educativa. Segundo, el panel central de la investigación, integrado por cinco (5) docentes expertos en ciencias naturales de educación general básica (EGB), quienes constituyeron la muestra para el diagnóstico (Instrumento 1) y para la validación del prototipo (Instrumento 2).

4.2. Caracterización del panel de expertos temáticos (diagnóstico y validación)

La Tabla 4 detalla el perfil académico y profesional de los cinco (5) expertos temáticos que integraron la muestra central del estudio. Su selección, realizada mediante un muestreo no probabilístico intencional por criterios, garantizó la participación de informantes clave con conocimiento profundo en la enseñanza de las ciencias y la práctica de laboratorio escolar, cumpliendo con los requisitos establecidos en el diseño metodológico.

Tabla 4: *Caracterización académica y profesional de los expertos*

Variable	Categoría	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
Nivel de titulación	Maestría	4	80
	Doctorado	1	20
	2–4 años	1	20
Experiencia profesional	4–6 años	1	20
	6–10 años	3	60
	Licenciatura en educación	3	60
Formación de grado	Ingeniería en biotecnología	2	40
	Docencia en biología y Química	2	40
	Pedagogía de la biología y Geología	1	20
Área de especialización	Educación creativa e innovación	1	20

Biotecnología industrial y docencia	1	20
--	---	----

4.3. Análisis e interpretación del perfil de los expertos temáticos

La Tabla 4 sintetiza las credenciales del panel de cinco expertos temáticos, responsables del diagnóstico de necesidades y validación de la guía didáctica de cultivo de *Pleurotus ostreatus*, revelando un perfil colectivo de alta calificación. En formación académica, el 80% (n=4) posee maestría y el 20% (n=1) doctorado, cumpliendo el criterio de inclusión de posgrados para garantizar especialización teórica. La experiencia profesional muestra 60% (n=3) con 6-10 años en docencia de ciencias naturales (EGB), y 40% (n=2) con 2-6 años, asegurando percepciones basadas en práctica reflexiva. La formación base es pedagógica en 60% (n=3) y en biología/biotecnología en 40% (n=2), combinando rigor conceptual y procesos de enseñanza-aprendizaje. Las especializaciones diversas (biología, química, innovación educativa) enriquecen la evaluación desde perspectivas complementarias.

4.4 Resultados, análisis e interpretación del instrumento 1: uso actual y percepción de las guías de laboratorio

Los siguientes ítems caracterizan la percepción experta sobre implementación y estructuración de guías de laboratorio en ciencias naturales, centrándose en frecuencia de uso, modalidades colaborativas y gestión del tiempo durante prácticas.

El análisis revela hallazgos organizados por dimensiones e indicadores predefinidos, evaluando percepciones sobre empleo de guías, dinámicas grupales e optimización temporal

en sesiones prácticas. Esta estructura permite identificar fortalezas y brechas en la praxis docente actual.

Dimensión 1: Frecuencia y modalidades de uso de las guías de laboratorio

Pregunta 1: *Como docente, empleo guías de laboratorio oficiales emitidas por el ministerio de educación para el desarrollo de las sesiones prácticas.*

Tabla 5: *Frecuencia de respuestas sobre el uso de guías de laboratorio oficiales*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje %
Nunca	0	0
Rara vez	1	20
A veces	3	60
Frecuentemente	1	20
Siempre	0	0
Total	5	100

En la primera dimensión se analizó el uso de guías de laboratorio entre los docentes expertos. Los datos de frecuencia absoluta (Tabla 5) revelan que tres de los cinco docentes usan las guías oficiales solo "A veces", mientras que un docente las emplea "Rara vez" y otro "Frecuentemente". En términos porcentuales, esto se traduce en que el 60% se ubica en la categoría intermedia, con una distribución simétrica del 20% en las opciones adyacentes. Al contrastar este patrón con las otras modalidades de uso evaluadas en la dimensión, se discute que los docentes realizan una apropiación crítica de los recursos. Esto sugiere que los materiales oficiales funcionan como un insumo base que es transformado para lograr una mayor pertinencia pedagógica. Dicha práctica se alinea con la literatura, que señala que la adaptación y creación de recursos son esenciales para el desarrollo de competencias

científicas y refleja una enseñanza de calidad donde prima el criterio profesional autónomo (Morales Zúñiga, 2016; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

- **Pregunta 2:** *Como docente, adapto y ajusto las guías oficiales de laboratorio para responder a las características específicas de mi grupo de estudiantes y al contexto del aula.*

Tabla 6: *Frecuencia de adaptación docente de las guías oficiales de laboratorio.*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	3	60%
Siempre	2	40%
Total	5	100%

Los datos de la Tabla 6 muestran que la adaptación de guías es una práctica altamente consolidada entre los docentes expertos. El 60% las adapta "Frecuentemente" y el 40% lo hace "Siempre", sin que se registren respuestas en las categorías de uso ocasional o nulo. Esta distribución, confirma que la adaptación no es una acción excepcional, sino una práctica habitual y consistente. Esta práctica generalizada de personalización es fundamental para alinear las actividades de laboratorio con las necesidades, intereses y nivel específico de los estudiantes, lo que aumenta la relevancia y efectividad de la enseñanza experimental. La literatura especializada respalda esta acción, señalando que la capacidad de adaptar

materiales es un indicador clave de una enseñanza reflexiva y de calidad. Como señalan (Hodson, 2014), este proceso permite superar un enfoque estandarizado para construir, en su lugar, aprendizajes más significativos y situados en el contexto particular de los estudiantes.

Pregunta 3: *Como docente, diseño y utilizo guías de laboratorio completamente originales, creadas por mí o en colaboración con colegas, partiendo de los objetivos de aprendizaje oficiales.*

Tabla 7: *Frecuencia de desarrollo y aplicación de guías de laboratorio de elaboración propia o colaborativa.*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	2	40%
Siempre	3	60%
Total	5	100%

La Tabla 7 revela que la elaboración y uso de guías originales es la práctica más consolidada. El 60% de los docentes expertos (tres de cinco) lo hace "Siempre" y el 40% restante (dos docentes) "Frecuentemente", sin registrarse respuestas en las categorías inferiores. Estos datos, confirman que la creación de materiales propios o colaborativos no es esporádica, sino un componente estructural y habitual de su práctica profesional. Este hallazgo va más allá de la mera adaptación de recursos, evidenciando un ejercicio pleno de

su capacidad de diseño instruccional para las actividades prácticas de laboratorio, manteniendo siempre la alineación con los objetivos curriculares oficiales. La práctica generalizada de crear guías originales representa el mayor grado de apropiación curricular y reflexión pedagógica dentro del patrón de autonomía profesional observado. Esta acción permite una sintonía total entre la experiencia de laboratorio, el contexto específico del aula y las metas de aprendizaje. La literatura especializada señala que esta autonomía en el diseño es un sello distintivo de la maestría docente y se asocia directamente con la innovación y la efectividad en la enseñanza de las ciencias (Kafyulilo et al., 2015). Por lo tanto, el consenso en esta práctica refuerza la conclusión de que los docentes expertos no solo implementan, sino que construyen activamente el currículum práctico.

Dimensión 1: Frecuencia de uso de guías de laboratorio

Pregunta 4: *A nivel anual, la planificación de mi asignatura contempla e implementa sesiones estructuradas sustentadas en guías de laboratorio como recurso didáctico central.*

Tabla 8 : *Distribución de frecuencias sobre la inclusión de guías de laboratorio como recurso didáctico central en la planificación anual*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	2	40%
Siempre	3	60%
Total	5	100%

De acuerdo con la Tabla 8, la planificación anual incluye guías de laboratorio como recurso central en todos los casos: el 60% de las respuestas corresponde a "siempre" y el 40% restante a "frecuentemente". Las categorías "nunca", "rara vez" y "a veces" registran un 0% de frecuencia. Esta distribución se representa visualmente en la Figura 4, donde se confirma la predominancia absoluta de las dos alternativas de uso más alto.

Esta alta adopción proporciona una base sólida y un punto de partida ideal para enriquecer el diseño de las guías, permitiendo evolucionar hacia enfoques de indagación guiada que fomenten un aprendizaje más autónomo y profundo en los estudiantes. Por lo que, cuando se diseñan con este propósito, las guías facilitan una indagación auténtica donde los estudiantes pueden desarrollar autonomía y pensamiento crítico, acercándose a las prácticas profesionales de la ciencia (Windschitl, 2003).

- **Pregunta 5:** *En cada trimestre o bimestre académico, destino y ejecuto al menos una secuencia didáctica completa sustentada en una guía de laboratorio.*

Tabla 9 : *Distribución de frecuencias sobre la implementación de al menos una secuencia didáctica completa basada en guías de laboratorio por trimestre/bimestre*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	2	40%
Siempre	3	60%
Total	5	100%

Según los datos de la Tabla 9, la implementación de al menos una secuencia didáctica completa basada en guías de laboratorio por trimestre o bimestre se realiza en todos los casos reportados: un 60% de las respuestas corresponde a "siempre" y un 40% a "frecuentemente". Las categorías que indican una menor frecuencia ("nunca", "rara vez" y "a veces") registran un 0%. Esta distribución se visualiza en la Figura 5, la cual confirma la concentración total de los resultados en las dos alternativas de implementación más alta. Esta práctica refleja una intencionalidad pedagógica que trasciende la esporádica demostración experimental, integrando de forma estructurada y recurrente el laboratorio en el proceso de aprendizaje.

La implementación sistemática de secuencias completas sugiere que las guías son utilizadas no solo como instructivos, sino como el eje central de una estrategia didáctica que busca desarrollar competencias científicas de manera progresiva. Por lo tanto, esta integración periódica y generalizada evidencia una planificación curricular coherente que se alinea con los principios de las pedagogías activas, donde la repetición estructurada de experiencias de indagación auténtica es fundamental para aproximar las prácticas de aula a las profesionales de la ciencia (Aditomo & Klieme, 2020).

- **Pregunta 6:** *Durante el desarrollo de unidades de aprendizaje específicas (por ejemplo, la unidad de microorganismos), estructuro actividades prácticas apoyadas en guías experimentales.*

Tabla 10: *Distribución de frecuencias sobre la estructuración de actividades prácticas con guías experimentales en unidades de aprendizaje específicas*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	0	0%
Siempre	5	100%
Total	5	100%

De acuerdo con la Tabla 10, la estructuración de actividades prácticas con guías experimentales en unidades de aprendizaje específicas se reporta en un 100% de los casos en la categoría "siempre". Las demás alternativas ("nunca", "rara vez", "a veces" y "frecuentemente") registran un 0% de frecuencia. Esta distribución uniforme se representa en la Figura 6, la cual muestra que la totalidad de las respuestas se concentra en el máximo grado de implementación.

Este acuerdo unánime refleja una alta coherencia metodológica y sugiere que los expertos reconocen en la guía una herramienta fundamental para estructurar el trabajo práctico de forma segura y ordenada. Para Hodson (2014), el laboratorio escolar debe ser un espacio de indagación guiada, donde actividades estructuradas permiten a los estudiantes abordar problemas científicos de manera progresiva; el uso constante de estas guías facilita precisamente ese proceso. Además, según Osborne (2014), dicho consenso entre expertos actúa como un fuerte indicador de validez de contenido, reforzando la pertinencia de la estrategia en el contexto educativo específico para el cual se diseña.

Dimensión 1: Modalidad de trabajo estudiantil

- **Pregunta 7:** *Los estudiantes trabajan de forma individual.*

Tabla 11: *Distribución de frecuencias sobre la modalidad de trabajo individual de los estudiantes durante las prácticas de laboratorio*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	1	20%
A veces	3	60%
Frecuentemente	1	20%
Siempre	0	0%
Total	5	100%

Los datos presentados en la Tabla 11 muestran que la modalidad de trabajo individual durante las prácticas de laboratorio se emplea principalmente de manera ocasional. El 60% de las respuestas se concentra en la categoría "a veces", mientras que un 20% indica "rara vez" y otro 20% "frecuentemente". Las alternativas "nunca" y "siempre" registran un 0%. Esta distribución confirma que la frecuencia "a veces" es la predominante. Esta distribución, con una clara concentración en la categoría intermedia, revela que los expertos no consideran el trabajo individual como la modalidad principal, sino como una estrategia ocasional y complementaria. Este enfoque flexible, que ajusta la modalidad a los objetivos de cada actividad, se alinea con el carácter social de la ciencia, donde la interacción es crucial. Como argumentan Hofstein (2004), el laboratorio debe integrar diversas estructuras para potenciar tanto la reflexión personal como la construcción colectiva. Por lo tanto, la prioridad parece

estar en dinámicas colaborativas, utilizando el trabajo individual de manera estratégica para momentos específicos de evaluación o autonomía, en coherencia con los beneficios del aprendizaje cooperativo (Johnson & Johnson, 2014).

- **Pregunta 8:** *Los estudiantes trabajan en parejas (2 estudiantes).*

Tabla 12: *Distribución de frecuencias sobre la modalidad de trabajo en parejas (2 estudiantes) durante las prácticas de laboratorio*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	2	40%
Siempre	3	60%
Total	5	100%

Como se desprende de la Tabla 12, la modalidad de trabajo en parejas durante las prácticas de laboratorio es implementada de forma mayoritaria y constante. El 60% de las respuestas corresponde a "siempre" y un 40% a "frecuentemente", sumando el 100% de los casos. Las categorías que indican una menor frecuencia ("nunca", "rara vez" y "a veces") registran un 0%. Esta distribución se refleja la preponderancia absoluta de las dos alternativas de uso más alto. Este consenso unánime revela que el trabajo en parejas es considerado la estrategia fundamental y óptima para el laboratorio, ya que equilibra la colaboración con una gestión práctica eficiente, facilitando un andamiaje entre pares. Prácticamente, optimiza

recursos limitados y permite una supervisión docente más focalizada. Además, fomenta la discusión y negociación de significados, esenciales para la construcción del conocimiento científico (Cruzado Saldaña, 2022).

Pregunta 9: *Los estudiantes trabajan en grupos pequeños (3-4 estudiantes).*

Tabla 13: *Distribución de frecuencias sobre la modalidad de trabajo en grupos pequeños (3-4 estudiantes)*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	0	0%
Siempre	5	100%
Total	5	100%

En la Tabla 13 se observa que la modalidad de trabajo en grupos pequeños (3-4 estudiantes) durante las actividades de laboratorio se implementa de manera constante en todos los casos, registrándose un 100% de las respuestas en la categoría "siempre". El resto de las alternativas ("nunca", "rara vez", "a veces" y "frecuentemente") presentan un 0% de frecuencia. Esta distribución, donde la totalidad de los datos se concentra en la máxima frecuencia. Este consenso absoluto evidencia que esta modalidad es el estándar organizativo no negociable en el laboratorio para los expertos. Se considera óptima, ya que equilibra la colaboración efectiva con la gestión logística, este tamaño de grupo favorece la interdependencia positiva y una distribución clara de roles. Además, fomenta la construcción

social del conocimiento y el debate de hipótesis propias de la indagación científica (Slavin, 2014).

- **Pregunta 10:** *Los estudiantes trabajan en grupos grandes (5 o más estudiantes).*

Tabla 14: *Distribución de frecuencias sobre la modalidad de trabajo en grupos grandes (5 o más estudiantes) durante las prácticas de laboratorio*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	2	40%
Siempre	3	60%
Total	5	100%

De acuerdo con la Tabla 14, la modalidad de trabajo en grupos grandes (5 o más estudiantes) durante las prácticas de laboratorio se implementa de forma constante. El 60% de las respuestas se sitúa en la categoría "siempre" y un 40% en "frecuentemente", acumulando el 100% de los casos. Las opciones de menor frecuencia ("nunca", "rara vez" y "a veces") presentan un 0%.

Esta adopción generalizada señala que la modalidad es un recurso estratégico, valorado para fomentar la discusión colectiva y optimizar recursos. Sin embargo, la distribución entre "Siempre" y "Frecuentemente" sugiere que su uso es contextual y

moderado, posiblemente ante desafíos como asegurar la participación equitativa (Slavin, 2014). Estos grupos requieren una estructuración cuidadosa de roles para evitar la holgazanería social. No obstante, pueden ser ideales para proyectos de indagación abierta, donde la diversidad de ideas y la división de tareas potencian la resolución de problemas.

Dimensión 1: Adecuación del tiempo destinado

- **Pregunta 11:** *Las actividades propuestas generalmente en las guías están diseñadas de manera realista para ser ejecutadas en el tiempo que comúnmente se asigna (ej. 2 horas diarias).*

Tabla 15: *Distribución de frecuencias sobre la percepción del diseño realista de las actividades de la guía para el tiempo de sesión común (ej. 2 horas)*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	1	20%
Frecuentemente	4	80%
Siempre	0	0%
Total	5	100%

Según la Tabla 15, la percepción sobre el diseño realista de las actividades de la guía para el tiempo de sesión común se concentra mayoritariamente en la categoría "frecuentemente", con un 80% de las respuestas. Un 20% restante corresponde a la opción

"a veces". Las alternativas "nunca", "rara vez" y "siempre" registran un 0% de frecuencia. Esta distribución, donde predomina ampliamente la percepción de una frecuente adecuación temporal. La predominante percepción de realismo temporal ("Frecuentemente") indica una adecuación general positiva entre el diseño de las guías y las restricciones prácticas del aula. Sin embargo, la ausencia de "Siempre" y la respuesta "A veces" de una minoría revelan una variabilidad percibida y un margen de mejora. Es decir, la gestión del tiempo es un desafío clave, pues una mala calendarización puede truncar procesos de indagación. Este resultado subraya la importancia de un diseño flexible y contextualizado que considere la complejidad del procedimiento y el nivel de los estudiantes para garantizar la viabilidad, un principio fundamental de la planificación educativa efectiva (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

- **Pregunta 12:** *Las guías promueven y facilitan una implementación distribuida a lo largo de varias sesiones en la semana (ej. 4-5 horas), para abordar indagaciones más profundas o procesos biológicos extendidos (como cultivos).*

Tabla 16: *Distribución de frecuencias sobre la capacidad de las guías para facilitar una implementación a lo largo de varias sesiones*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	3	60%
Frecuentemente	2	40%

Siempre	0	0%
Total	5	100%

Tal como se presenta en la Tabla 16, la percepción sobre la capacidad de las guías para facilitar una implementación a lo largo de varias sesiones se distribuye entre las categorías "a veces", con un 60% de las respuestas, y "frecuentemente", con un 40%. Las alternativas "nunca", "rara vez" y "siempre" registran un 0% de frecuencia. Esta distribución, que muestra una implementación multi-sesión principalmente ocasional o frecuente. La concentración en "A veces" sugiere que las guías no están sistemáticamente diseñadas para promover indagaciones prolongadas. Esto podría limitar la realización de ciclos completos de investigación que requieren observación y análisis extendidos, tal como enfatiza Ruiz-Martín & Bybee (2022). La ausencia de "Siempre" indica que este enfoque no es una prioridad explícita en el diseño instruccional, a pesar de ser crucial para emular procesos científicos auténticos. Por lo tanto, existe una clara oportunidad para que las guías incorporen estructuras que faciliten explícitamente una implementación multi-sesión, potenciando una indagación más profunda y realista.

Dimensión 2: Percepción de efectividad para la indagación

Pregunta 13: *Las guías de laboratorio actuales que usted como docente utiliza proporcionan una estructura clara para observaciones sistemáticas de estudiantes (características, cambios, comparaciones).*

Tabla 17: *Frecuencia de docentes según percepción de estructura para observación sistemática en guías de laboratorio.*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
--------------------	----------------------------	-------------------

Nunca	0	0%
Rara vez	2	40%
A veces	3	60%
Frecuentemente	0	0%
Siempre	0	0%
Total	5	100%

Como se presenta en la Tabla 17, la percepción sobre si las guías proporcionan una estructura clara para observaciones sistemáticas se distribuye en un 60% para la categoría "a veces" y en un 40% para "rara vez". Las alternativas "nunca", "frecuentemente" y "siempre" registran un 0% de frecuencia.

La ausencia total de respuestas positivas revela una carencia crítica en el diseño de las guías, las cuales no priorizan el andamiaje para una observación científica estructurada, habilidad fundamental en la indagación. Tomando en cuenta que una recolección intencionada de evidencia debe ser guiada activamente, un aspecto que parece subdesarrollado. Esto puede afectar la capacidad de los estudiantes para formular inferencias basadas en evidencia (Fontalvo Buelvas et al., 2024).

Pregunta 14: *Las guías de laboratorio actuales que usted como docente utiliza incluyen actividades y andamiajes que motivan a los estudiantes a formular preguntas investigables desde sus observaciones.*

Tabla 18: *Frecuencia de docentes según percepción de andamiaje para preguntas investigables en guías de laboratorio.*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
-------------	---------------------	------------

Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	3	60%
Frecuentemente	2	40%
Siempre	0	0%
Total	5	100%

De acuerdo con la Tabla 18, la percepción sobre la inclusión de andamiajes que motiven a formular preguntas investigables se distribuye en un 60% para la categoría "a veces" y en un 40% para "frecuentemente". Las alternativas "nunca", "rara vez" y "siempre" registran un 0% de frecuencia.

La ausencia de "Siempre" y la predominancia de "A veces" sugieren que el andamiaje para esta competencia esencial no está completamente integrado en el diseño de las guías. Como destacan Ruiz-Martín & Bybee (2022), la formulación de preguntas investigables es un pilar de la indagación que requiere apoyo explícito en los materiales didácticos. El 40% que responde "Frecuentemente" refleja que algunas guías sí incorporan estrategias iniciales, pero la mayoría solo las encuentra ocasionalmente. Este hallazgo resalta la necesidad de replantear el diseño para incluir, de manera más sistemática, estrategias que estimulen y estructuren la generación de preguntas científicas por parte de los estudiantes.

Pregunta 15: *Las guías de laboratorio actuales que usted como docente utiliza proporcionan instrucciones paso a paso y diagramas que garantizan procedimientos precisos y datos fiables.*

Tabla 19: *Frecuencia de docentes según percepción de claridad procedimental y fiabilidad en guías de laboratorio*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	2	40%
Frecuentemente	3	60%
Siempre	0	0%
Total	5	100%

Con base en la Tabla 19, la percepción sobre si las guías proporcionan instrucciones paso a paso que garantizan procedimientos precisos y datos fiables se distribuye en un 60% para la categoría "frecuentemente" y en un 40% para "a veces". Las alternativas "nunca", "rara vez" y "siempre" registran un 0% de frecuencia.

La percepción mayoritaria refleja una fortaleza en el diseño técnico de las guías, lo cual es fundamental para que los estudiantes se concentren en los conceptos y el análisis, más que en la logística (Hofstein, 2004). Sin embargo, el 40% que responde "A veces" indica que esta claridad no es universal, posiblemente porque algunas guías dejan espacios para la indagación o por la complejidad de ciertos procedimientos. La ausencia de "Siempre" sugiere que la precisión también depende de factores externos, como la modelación docente. Por lo cual, existe margen para enriquecer el diseño con mejores recursos visuales y criterios explícitos de control de variables, aspectos clave para la generación de evidencia confiable y la comprensión de la naturaleza de la ciencia (Ochoa Jaramillo et al., 2025).

Pregunta 16: *Las guías de laboratorio actuales que usted como docente utiliza incluyen tablas, gráficos y consignas que orientan la organización, representación y análisis de datos por estudiantes.*

Tabla 20: *Frecuencia de docentes según percepción de herramientas para análisis de datos en guías de laboratorio*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	1	20%
A veces	3	60%
Frecuentemente	1	20%
Siempre	0	0%
Total	5	100%

Los resultados de la Tabla 20 indican que la percepción sobre la provisión de herramientas para el análisis de datos en las guías de laboratorio se distribuye principalmente en la categoría "a veces", con un 60% de las respuestas. Un 20% corresponde a "rara vez" y otro 20% a "frecuentemente". Las alternativas "nunca" y "siempre" registran un 0% de frecuencia

La predominancia de "A veces" y la distribución dispersa revelan una falta de sistematicidad en las guías para apoyar una competencia esencial: el tratamiento de evidencia. Como señala Cruzado Saldaña(2022), transformar datos en información es central para la indagación. La ausencia de "Siempre" indica que el enfoque en la alfabetización de datos no es explícito, lo que puede limitar el desarrollo del razonamiento científico. Por lo

tanto, es necesario rediseñar las guías para incorporar sistemáticamente herramientas de procesamiento de datos, permitiendo a los estudiantes avanzar hacia un análisis crítico y una comprensión más profunda de los fenómenos.

Dimensión 3: Necesidades prioritarias identificadas

Pregunta 17: *Las guías de laboratorio actuales que usted como docente utiliza presentan instrucciones y secuencia clara, facilitando la ejecución práctica para docentes y estudiantes.*

Tabla 21: *Frecuencia de docentes según percepción de claridad y usabilidad de las guías de laboratorio.*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	2	40%
Frecuentemente	3	60%
Siempre	0	0%
Total	5	100%

De acuerdo con la Tabla 21, la percepción sobre la claridad y usabilidad de las guías de laboratorio se distribuye en un 60% para la categoría "frecuentemente" y en un 40% para "a veces". Las alternativas "nunca", "rara vez" y "siempre" registran un 0% de frecuencia. La percepción mayoritaria refleja que las guías suelen tener un diseño instruccional claro, lo cual es fundamental para que docentes y estudiantes se enfoquen en los objetivos de

aprendizaje sin ambigüedad (Cairns & Areepattamannil, 2019). No obstante, el 40% que responde "A veces" y la ausencia de "Siempre" indican que esta claridad no es constante, posiblemente debido a la complejidad de algunos procedimientos o a variaciones en el diseño. Esto resalta la necesidad de un diseño centrado en el usuario que considere el contexto real del aula. Por lo que, aunque la claridad procedimental es generalmente adecuada, se puede optimizar incorporando más apoyos visuales y un lenguaje accesible para hacer las guías aún más eficaces.

Pregunta 18: *Las guías de laboratorio actuales que usted como docente utiliza están alineadas con los objetivos curriculares nacionales, siendo un recurso confiable para planificación docente.*

Tabla 22: *Frecuencia de docentes según percepción de alineación curricular de las guías de laboratorio*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	3	60%
Frecuentemente	2	40%
Siempre	0	0%
Total	5	100%

Según se refleja en la Tabla 22, la percepción sobre la alineación de las guías de laboratorio con los objetivos curriculares nacionales se distribuye en un 60% para la categoría

"a veces" y en un 40% para "frecuentemente". Las alternativas "nunca", "rara vez" y "siempre" registran un 0% de frecuencia. La predominancia de "A veces" revela que la alineación curricular no es percibida como consistente, lo cual es relevante dado que esta coherencia es fundamental para que las prácticas contribuyan efectivamente a los aprendizajes oficiales (Jorba & Sanmartí, 2019). La ausencia de "Siempre" sugiere que los docentes deben realizar ajustes para asegurar dicha correspondencia, demandando tiempo y expertise adicional (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018b). Por lo que, es necesario que los diseñadores expliciten de manera más clara y sistemática esta alineación en las guías, para consolidarlas como un recurso confiable y válido para la planificación docente.

Pregunta 19: *Las guías de laboratorio actuales que usted como docente utiliza necesitan estrategias innovadoras y contextualizadas (TIC, problemas locales) para aprendizaje experimental significativo.*

Tabla 23: *Frecuencia de docentes según percepción de necesidad de innovación en guías de laboratorio*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	3	60%
Siempre	2	40%
Total	5	100%

Como se aprecia en la Tabla 23, la percepción sobre la necesidad de incorporar estrategias innovadoras y contextualizadas en las guías de laboratorio se concentra en las categorías de mayor frecuencia: un 60% de las respuestas corresponde a "frecuentemente" y un 40% a "siempre". Las alternativas "nunca", "rara vez" y "a veces" registran un 0% de frecuencia. Este consenso absoluto señala una necesidad crítica y estructural de innovar las guías, integrando herramientas digitales (TIC) y problemáticas locales para hacer el aprendizaje experimental más significativo. Como señala (Alberola-Mulet et al., 2021), la tecnología expande las posibilidades de indagación, mientras que la contextualización vincula los contenidos con la realidad de los estudiantes, principio clave para la pertinencia del aprendizaje. Esta percepción unánime funciona como un llamado urgente a transformar las guías en recursos dinámicos y socialmente relevantes, alineados con las demandas educativas del siglo XXI.

Pregunta 20: *Es prioritario actualizar las guías de laboratorio actuales con actividades realistas y estrategias diferenciadas para diversos ritmos de aprendizaje.*

Tabla 24: *Frecuencia de docentes según percepción de necesidad de adecuación práctica en guías de laboratorio*

Alternativa	Frecuencia absoluta	Porcentaje
Nunca	0	0%
Rara vez	0	0%
A veces	0	0%
Frecuentemente	3	60%
Siempre	2	40%

Total	5	100%
--------------	----------	-------------

Los datos de la Tabla 24 indican que la percepción sobre la necesidad de actualizar las guías con actividades realistas y estrategias diferenciadas se concentra en las categorías más altas: un 60% de las respuestas corresponde a "frecuentemente" y un 40% a "siempre". Las alternativas "nunca", "rara vez" y "a veces" registran un 0% de frecuencia. Este consenso unánime refleja una demanda urgente por guías que respondan a la diversidad de ritmos de aprendizaje, alineándose con principios como el diseño universal para el Aprendizaje (Chamblin, 2017).

La exigencia de realismo conecta el laboratorio con contextos auténticos, incrementando la relevancia del aprendizaje, mientras que la diferenciación subraya la necesidad de superar un enfoque único por prácticas inclusivas, se requiere un rediseño integra. Por lo que, de las guías bajo principios de flexibilidad, pertinencia y personalización para hacer el aprendizaje experimental accesible a toda la diversidad estudiantil.

4.5: Resultados, análisis e interpretación del instrumento 2: Validación del prototipo de guía de laboratorio

Pregunta 21: *La guía aborda de manera representativa y equilibrada los contenidos de microbiología (ej: tipos de microorganismos) y su relación con la sostenibilidad ambiental.*

Ítem 1: Pertinencia curricular

Tabla 25: *Validación de contenido del ítem "Pertinencia curricular" por juicio de expertos*

Aspecto evaluado	Valor obtenido	Interpretación
-------------------------	-----------------------	-----------------------

Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	5	Consenso total (100%)
Índice de validez de contenido (IVC)	1.00	Excelente (≥ 0.80)
Media aritmética (Escala 1-5)	4.00	Valoración alta
Desviación estándar	0.00	Sin variabilidad en respuestas
Moda	4	Valor más frecuente
Coefficiente V de Aiken	0.75	Consenso moderado alto
Decisión metodológica	Aceptar	Sin modificaciones requeridas

Los resultados del ítem "Pertinencia curricular" que se muestra en la Tabla 25, denotan un consenso total: 5 expertos en acuerdo (IVC=1.00), media=4.00, DE=0.00, moda=4, V de Aiken=0.75 y decisión de aceptación sin modificaciones. Se observa una valoración excelente y unánime, sin variabilidad.

El IVC de 1.00 confirma que los expertos perciben una integración representativa y equilibrada de la microbiología con la sostenibilidad ambiental en la guía, validando su pertinencia curricular. Este consenso unánime, según Ordoñez (2025), refleja una "correspondencia evidente y completa con los objetivos de aprendizaje" (p. 33). La nula variabilidad (DE=0.00) respalda la confiabilidad del juicio de expertos, considerado por Galicia Alarcón (2017) un "filtro esencial de calidad" (p. 17). Se recomienda estandarizar este proceso de validación en el diseño de recursos curriculares oficiales para asegurar su solidez antes de la implementación.

Pregunta 22: *Las actividades propuestas están explícitamente diseñadas para desarrollar destrezas específicas del currículo nacional de noveno año, como la indagación, el análisis de evidencias o la argumentación científica.*

Ítem 2: Alineación con destrezas

Tabla 26: *Validación de contenido del ítem "Alineación con destrezas" por juicio de expertos*

Aspecto evaluado	Valor Obtenido	Interpretación
Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	5	Consenso total (100%)
Índice de validez de contenido (IVC)	1.00	Excelente (≥ 0.80)
Media aritmética (Escala 1-5)	4.40	Valoración muy alta
Desviación estándar	0.55	Baja dispersión
Moda	4	Valor más frecuente
Coeficiente V de Aiken	0.85	Consenso alto
Decisión metodológica	Aceptar	Sin modificaciones requeridas

Los resultados del ítem "Alineación con Destrezas" (Tabla 26) muestran consenso total: 5 expertos en acuerdo (IVC=1.00), media=4.40, DE=0.55, moda=4, V de Aiken=0.85 y decisión de aceptación. Se observa una valoración excelente y muy alta, con mínima dispersión.

El IVC de 1.00 y la alta media (4.40) evidencian que los expertos reconocen que la guía operacionaliza efectivamente destrezas científicas clave, como la indagación, reflejando un diseño pedagógico competencial. Según Bonilla (2024), la efectividad reside en "operacionalizar destrezas curriculares abstractas en actividades concretas y secuenciadas" (p. 112). El alto coeficiente V de Aiken (0.85), como señala Alarcón et al., (2017), "garantiza claridad y pertinencia, minimizando la ambigüedad" (p. 89). Esto implica que los diseños

curriculares deben priorizar recursos que desarrollen destrezas de manera estructurada y medible.

Pregunta 23: *Los ejemplos, problemas o casos de estudio incluidos en la guía son relevantes y están conectados con la realidad social, cultural o ambiental del Ecuador*

Ítem 3: Contextualización local

Tabla 27: *Validación de contenido del ítem "Contextualización local" por juicio de expertos*

Aspecto evaluado	Valor obtenido	Interpretación
Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	5	Consenso total (100%)
Índice de validez de contenido (IVC)	1.00	Excelente (≥ 0.80)
Media aritmética (Escala 1-5)	5.00	Valoración máxima
Desviación estándar	0.00	Respuestas unánimes
Moda	5	Valor más frecuente
Coeficiente V de Aiken	1.00	Consenso total
Decisión metodológica	Aceptar	Sin modificaciones requeridas

Los resultados del ítem "Contextualización local" (Tabla 27) muestran consenso total y máximo: 5 expertos en acuerdo (IVC=1.00), media=5.00, DE=0.00, moda=5. Se observa una valoración excelente y perfecta, con absoluta uniformidad en las respuestas.

La media perfecta (5.00) y el consenso total (IVC=1.00) indican un reconocimiento unánime de la efectiva vinculación de contenidos abstractos con la realidad ecuatoriana en la

guía. Según (Humberto Cuesta-Ormaza & Cristina Chamorro-Benavides, 2022), este factor es "la piedra angular para construir aprendizajes significativos y promover la identidad cultural" (p. 204). Esta sólida validez, como señalan Opazo & Castillo (2021), "asegura su aplicabilidad inmediata y resonancia en el contexto de destino" (p. 156). Se deriva la necesidad de institucionalizar la incorporación sistemática de referentes locales en el diseño curricular oficial.

Pregunta 24: *Los objetivos de aprendizaje de la guía son formulados con claridad, son medibles y permiten al estudiante saber qué se espera que logre al finalizar la práctica.*

Ítem 4: Claridad de objetivos

Tabla 28: *Validación de contenido del ítem "Claridad de objetivos" por juicio de expertos*

Aspecto evaluado	Valor obtenido	Interpretación
Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	4	Consenso mayoritario (80%)
Índice de validez de contenido (IVC)	0.80	Aceptable (límite mínimo)
Media aritmética (Escala 1-5)	3.80	Valoración media-alta
Desviación estándar	0.45	Dispersión mínima
Moda	4	Valor más frecuente
Coeficiente V de Aiken	0.70	Consenso moderado
Decisión metodológica	Revisar	Requiere ajustes menores

Los resultados del ítem "Claridad de objetivos" (Tabla 28) muestran un consenso mayoritario del 80% (4 de 5 expertos), con un IVC=0.80 (límite aceptable), media=3.80,

DE=0.45, moda=4 y decisión de "Revisar". Se observa una valoración media-alta, pero con una discrepancia que sugiere ajustes menores.

El IVC de 0.80 indica que, aunque la mayoría de los expertos percibe claridad, una valoración crítica señala la necesidad de mejorar la precisión operativa de los objetivos. Se ha señalado que la claridad y medibilidad de los objetivos es un predictor directo de la autonomía del estudiante, ya que define una ruta de aprendizaje (Rojas Corona et al., 2024). La decisión de revisión subraya que incluso pequeñas ambigüedades pueden diluir su función orientadora y evaluativa. Se recomienda incorporar revisiones iterativas y protocolos específicos para asegurar que los objetivos sean inequívocamente claros, observables y estén alineados con destrezas medibles.

Pregunta 25: *Los pasos a seguir en el laboratorio o experimento son descritos de manera secuencial, con un lenguaje comprensible para el estudiante y con las medidas de seguridad necesarias.*

Ítem 5: Instrucciones procedimentales

Tabla 29: *Validación de contenido del ítem "Instrucciones procedimentales" por juicio de expertos*

Aspecto evaluado	Valor obtenido	Interpretación
Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	4	Consenso mayoritario (80%)
Índice de validez de contenido (IVC)	0.80	Aceptable (límite mínimo)
Media aritmética (Escala 1-5)	4.20	Valoración alta
Desviación estándar	0.84	Dispersión moderada
Moda	4	Valor más frecuente

Coeficiente V de Aiken	0.80	Consenso adecuado
Decisión metodológica	Aceptar	Con observaciones menores

Los resultados del ítem "Instrucciones procedimentales" (Tabla 29) muestran un consenso mayoritario del 80% (4 de 5 expertos), con un IVC=0.80 (límite aceptable), media=4.20, DE=0.84, moda=4 y decisión de "Aceptar con observaciones menores". Se observa una valoración alta predominante, pero con una dispersión moderada en las respuestas.

El consenso mayoritario y la media alta (4.20) indican que los expertos reconocen una secuencia procedimental generalmente clara y segura en la guía. Sin embargo, la dispersión moderada sugiere que aspectos específicos, como el lenguaje o las medidas de seguridad, pueden ser mejorados. Se ha señalado que la calidad de estas instrucciones determina la autonomía del estudiante y minimiza los errores operativos durante la indagación (Hidalgo & Ortega-Sánchez, 2022). Incluso ambigüedades menores pueden comprometer la reproducibilidad y seguridad de un experimento escolar.

Pregunta 26: *Existe una conexión lógica y pedagógica entre la introducción teórica, las actividades prácticas, las preguntas de análisis y las conclusiones.*

Ítem 6: Coherencia didáctica

Tabla 30: *Validación de contenido del ítem "Coherencia didáctica" por juicio de expertos*

Aspecto evaluado	Valor obtenido	Interpretación
Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	5	Consenso total (100%)
Índice de validez de contenido (IVC)	1.00	Excelente (≥ 0.80)

Media aritmética (Escala 1-5)	4.00	Valoración alta
Desviación estándar	0.00	Sin variabilidad en respuestas
Moda	4	Valor más frecuente
Coeficiente V de Aiken	0.75	Consenso moderado-alto
Decisión metodológica	Aceptar	Sin modificaciones requeridas

Los resultados del ítem "Coherencia Didáctica" (Tabla 30) muestran consenso total: 5 expertos en acuerdo (IVC=1.00), media=4.00, DE=0.00, moda=4. Se observa una valoración alta y unánime, sin variabilidad en las respuestas.

El consenso total (IVC=1.00) y la nula variabilidad demuestran que los expertos perciben una integración pedagógica sólida y fluida entre todos los componentes de la guía. Esta coherencia interna es fundamental, ya que se ha señalado que la efectividad de una secuencia didáctica experimental reside en la articulación lógica entre el marco conceptual, la manipulación, el análisis y la síntesis (Lozano Díaz & Fernández Rodríguez, 2022). El acuerdo unánime corrobora que la guía funciona como un sistema integrado, alineándose con el principio de que la coherencia didáctica es un atributo no negociable de los materiales de calidad.

Pregunta 27: *La extensión y complejidad de las actividades es adecuada para ser desarrollada de manera completa y reflexiva dentro del tiempo habitual de una clase o sesión doble por cada módulo de práctica.*

Ítem 7: Gestión del tiempo

Tabla 31: *Validación de contenido del ítem "Gestión del tiempo" por juicio de expertos*

Aspecto evaluado	Valor obtenido	Interpretación
------------------	----------------	----------------

Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	5	Consenso total (100%)
Índice de validez de contenido (IVC)	1.00	Excelente (≥ 0.80)
Media aritmética (Escala 1-5)	4.80	Valoración muy alta
Desviación estándar	0.45	Baja dispersión
Moda	5	Valor más frecuente
Coefficiente V de Aiken	0.95	Consenso muy alto
Decisión metodológica	Aceptar	Sin modificaciones requeridas

Los resultados del ítem "Gestión del Tiempo" (Tabla 31) muestran consenso total: 5 expertos en acuerdo (IVC=1.00), media=4.80, DE=0.45, moda=5. Se observa una valoración muy alta y unánime, con dispersión mínima.

El consenso total y la elevada media (4.80) indican que los expertos perciben la guía como excepcionalmente bien calibrada en sus exigencias temporales, un aspecto crítico para su implementación efectiva. Se ha señalado que la factibilidad temporal es un predictor directo de la ejecución exitosa de una actividad práctica. El alto consenso refleja que el recurso fue diseñado con comprensión de las limitaciones logísticas del contexto escolar real (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2006). Una implicación clave es que los diseñadores curriculares deben priorizar la factibilidad temporal como un criterio de calidad equiparable al rigor científico.

Pregunta 28: *La lista de materiales, reactivos o equipos requeridos es realista, de bajo costo y fácilmente accesible en la mayoría de instituciones educativas o en el entorno local.*

Ítem 8: Accesibilidad de materiales

Tabla 32: *Validación de contenido del ítem "Accesibilidad de materiales" por juicio de expertos*

Aspecto Evaluado	Valor Obtenido	Interpretación
Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	5	Consenso total (100%)
Índice de validez de contenido (IVC)	1.00	Excelente (≥ 0.80)
Media aritmética (Escala 1-5)	4.80	Valoración muy alta
Desviación estándar	0.45	Baja dispersión
Moda	5	Valor más frecuente
Coefficiente V de Aiken	0.95	Consenso muy alto
Decisión metodológica	Aceptar	Sin modificaciones requeridas

Los resultados del ítem "Accesibilidad de materiales" (Tabla 32) muestran consenso total: 5 expertos en acuerdo (IVC=1.00), media=4.80, DE=0.45, moda=5. Se observa una valoración muy alta y unánime, con dispersión mínima.

El consenso total y la valoración muy alta (4.80) demuestran que los expertos reconocen un diseño que prioriza la factibilidad y equidad en el acceso a recursos, superando una barrera común en la enseñanza de las ciencias. Se destaca que la viabilidad de una práctica experimental depende de usar materiales de bajo costo y alta disponibilidad local sin comprometer los objetivos (Cárdenas & Martínez, 2021). Este consenso se alinea con la idea de que la democratización de la ciencia escolar requiere diseños que garanticen accesibilidad universal a los materiales. Una implicación clave es institucionalizar este criterio como estándar obligatorio en políticas educativas.

Pregunta 29: *La guía ofrece alternativas o adaptaciones claras (materiales sustitutos, escalas de trabajo) para cuando los recursos del laboratorio escolar son limitados o insuficientes.*

Ítem 9: Adaptabilidad

Tabla 33: *Validación de contenido del ítem "Adaptabilidad" por juicio de expertos*

Aspecto evaluado	Valor obtenido	Interpretación
Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	5	Consenso total (100%)
Índice de validez de contenido (IVC)	1.00	Excelente (≥ 0.80)
Media aritmética (Escala 1-5)	4.60	Valoración muy alta
Desviación estándar	0.55	Dispersión mínima
Moda	5	Valor más frecuente
Coefficiente V de Aiken	0.90	Consenso alto
Decisión metodológica	Aceptar	Sin modificaciones requeridas

Los resultados del ítem "Adaptabilidad" (Tabla 33) muestran consenso total: 5 expertos en acuerdo (IVC=1.00), media=4.60, DE=0.55, moda=5. Se observa una valoración muy alta y unánime, con dispersión mínima.

El consenso total y la valoración muy alta (4.60) indican que los expertos reconocen en la guía una capacidad de adaptación excepcional para diversas realidades institucionales. Se ha señalado que la verdadera utilidad de un material didáctico en ciencias se mide por su capacidad de flexibilizarse ante restricciones logísticas sin desvirtuar su propósito pedagógico central (Martínez Huamán et al., 2022). Asimismo, se postula que la

adaptabilidad premeditada es un imperativo ético que democratiza el acceso a la experimentación científica de calidad.

Pregunta 30: *La guía propone mecanismos o instrumentos claros (rúbricas, preguntas clave, indicadores) que permiten evaluar efectivamente el logro de los objetivos de aprendizaje por parte de los estudiantes.*

Ítem 10: Evaluación del aprendizaje

Tabla 34: *Validación de contenido del ítem "Evaluación del aprendizaje" por juicio de expertos*

Aspecto evaluado	Valor obtenido	Interpretación
Número total de expertos (N)	5	Muestra de especialistas
Expertos en acuerdo (Ne)	5	Consenso total (100%)
Índice de validez de contenido (IVC)	1.00	Excelente (≥ 0.80)
Media aritmética (Escala 1-5)	5.00	Valoración máxima
Desviación estándar	0.00	Respuestas unánimes
Moda	5	Valor más frecuente
Coeficiente V de Aiken	1.00	Consenso total
Decisión metodológica	Aceptar	Sin modificaciones requeridas

La validación del ítem "Evaluación del aprendizaje" (Tabla 34) alcanza un consenso total y los máximos valores posibles. Los cinco expertos (100%) estuvieron de acuerdo, resultando en un Índice de Validez de Contenido (IVC) de 1.00. La media aritmética de 5.00, con una desviación estándar de 0.00 y una moda de 5, confirma una unanimidad absoluta en

la puntuación máxima. La Gráfica 10 visualiza esta perfecta concordancia, con el 100% de las respuestas en el extremo superior de la escala.

La valoración máxima unánime (5.00, IVC=1.00) revela que los expertos perciben la propuesta evaluativa de la guía como excepcionalmente clara y perfectamente alineada con sus objetivos de aprendizaje. Se argumenta que la calidad de una guía práctica se juzga por la solidez de sus instrumentos de evaluación, que permiten verificar si la indagación experimental condujo a los aprendizajes esperados (Milena et al., 2012). Este consenso refleja que los criterios son pertinentes y operativos, alineándose con la visión de que la inclusión de rúbricas transforma la evaluación en una herramienta de aprendizaje continuo (Milena et al., 2012). La implicación práctica clave es que la formación docente debe priorizar el desarrollo de competencias para diseñar sistemas de evaluación integrados que midan de manera confiable destrezas compleja

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

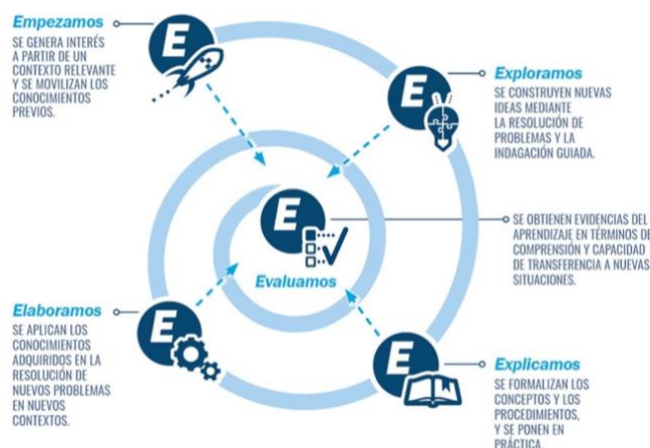
5.1 Prefacio y fundamentación

La guía de laboratorio presenta el proceso para cultivar *Pleurotus ostreatus*, conocido como hongo ostra. El reino fungí es esencial en los ecosistemas como principal descomponedor de materia orgánica. Su estudio ofrece un gran potencial en biotecnología, alimentación y medicina. La guía utiliza el modelo de aprendizaje 5E para que el estudiante aprenda de forma activa. A través de la práctica, desde la preparación del sustrato hasta la cosecha, se busca fomentar la curiosidad, el pensamiento crítico y la aplicación de conceptos científicos. El cultivo de este hongo permite explorar temas de microbiología, biotecnología y sostenibilidad. Esta práctica busca enseñar una técnica y, a la vez, inspirar una apreciación por la biología de los hongos y su importancia para un futuro sostenible.

5.2 Modelo pedagógico 5E

Esta guía se basa en el modelo 5E, un método que organiza el aprendizaje en cinco fases para que el estudiante construya su conocimiento a partir de la experiencia.

Ilustración 1: Modelo de enseñanza 5E y sus fases en el proceso de aprendizaje científico



Nota: Figura tomada de *Los principios cognitivos del aprendizaje tras el modelo de enseñanza 5E*, por Science Teaching (s. f.). <https://science-teaching.org/es/investigacion/los-principios-cognitivos-del-aprendizaje-tras-el-modelo-de-ensenanza-5e>

Enganchar (Engage): en esta fase se busca captar la atención del estudiante y activar sus conocimientos previos sobre los hongos, su función en la naturaleza y su importancia.

Explorar (Explore): el estudiante realiza la parte práctica: prepara y esteriliza el sustrato, inocula el micelio y monta el cultivo. Esta fase fomenta la observación y el trabajo en equipo.

Explicar (Explain): se formalizan los conceptos. El docente introduce el vocabulario científico clave y explica los procesos biológicos observados.

Elaborar (Elaborate): el estudiante aplica lo aprendido a nuevas situaciones, como proponer el uso de otros sustratos o pensar en cómo optimizar el cultivo. Esto ayuda a transferir el conocimiento a contextos reales.

Evaluar (Evaluate): la evaluación se realiza durante todo el proceso. Al final, se revisan las bitácoras de laboratorio, informes o los resultados del cultivo para medir la comprensión teórica y práctica.

5.3 Objetivos de la guía

5.3.1 Objetivo General

Fomentar el desarrollo de competencias investigativas en los estudiantes de noveno grado mediante la aplicación de una guía de laboratorio centrada en el cultivo experimental de *Pleurotus ostreatus*, promoviendo el aprendizaje significativo de contenidos relacionados con el reino Fungi y su interacción con el entorno.

5.3.2 Objetivos Específicos

- Comprender las características morfológicas y funcionales del hongo *Pleurotus ostreatus*.
- Reconocer las condiciones ecológicas necesarias para el desarrollo de los hongos comestibles.
- Aplicar el método científico en el cultivo controlado del hongo, mediante prácticas experimentales guiadas.
- Analizar e interpretar resultados obtenidos del cultivo en términos de variables ambientales, crecimiento y reproducción.
- Valorar el rol ecológico y productivo de los hongos en el contexto local y global.

5.4 Seguridad y bioseguridad en el laboratorio

5.4.1 Responsabilidades del estudiante

Antes de la práctica:

- Preparar el área de trabajo, colocar el equipo de protección personal y escuchar atentamente las instrucciones.
- No iniciar ningún experimento sin la autorización del docente.

Durante la práctica:

- No consumir alimentos ni bebidas.
- No manipular directamente reactivos o cultivos sin seguir las indicaciones.
- Seguir las instrucciones del procedimiento y reportar inmediatamente cualquier accidente.

Después de la práctica:

- Limpiar el área de trabajo y los materiales
- Desechar los residuos apropiadamente y registrar las observación.

Ilustración 2: Reglamento de normas básicas de seguridad para el trabajo en el laboratorio escolar



Nota: Elaboración propia. La figura presenta un reglamento ilustrado que sintetiza las principales normas de seguridad, higiene y organización que deben cumplirse durante las prácticas de laboratorio escolar, incluyendo el uso de equipo de protección personal, manejo adecuado de materiales, prevención de riesgos y gestión de residuos.

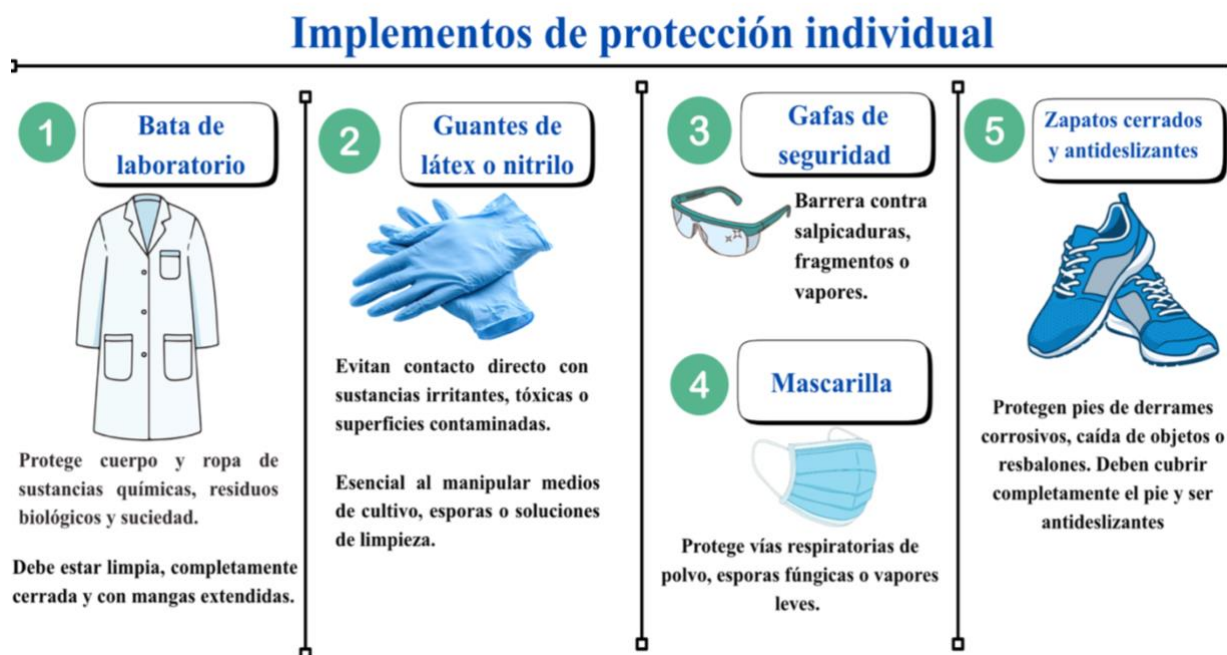
Tabla 35: *Símbolos de peligro y descripción de riesgos*

Símbolo	Categoría de riesgo	Descripción
	Tóxico	Sustancia que puede causar la muerte o efectos agudos tras una sola exposición.
	Corrosivo	Sustancia que puede destruir tejidos vivos o materiales.
	Inflamable	Sustancia que puede arder fácilmente al contacto con una fuente de calor.
	Explosivo	Sustancia que puede detonar bajo ciertas condiciones.
	Comburente	Sustancia que favorece la combustión de otras sustancias.
	Peligro moderado	Sustancias irritantes, sensibilizantes, con efectos temporales.
	Peligro para la salud	Puede causar daños a largo plazo, como cáncer o mutaciones genéticas.
	Peligro ambiental	Sustancia que representa un riesgo para el medio ambiente acuático o terrestre.
	Gas a presión	Gases que pueden explotar si se calientan o son comprimidos.

	Sustancia criogénica	Líquidos extremadamente fríos que pueden causar quemaduras térmicas.
---	-----------------------------	--

Implementos de protección individual: El uso adecuado de implementos de protección individual (EPI) es fundamental para el trabajo experimental en el laboratorio de ciencias naturales.

Ilustración 3: Implementos de protección individual requeridos para el trabajo en el laboratorio escolar



Nota: Elaboración propia. La figura muestra los principales implementos de protección individual para el trabajo seguro en el laboratorio (bata, guantes, gafas, mascarilla y calzado cerrado), destinados a prevenir riesgos químicos, biológicos y físicos en el entorno escolar

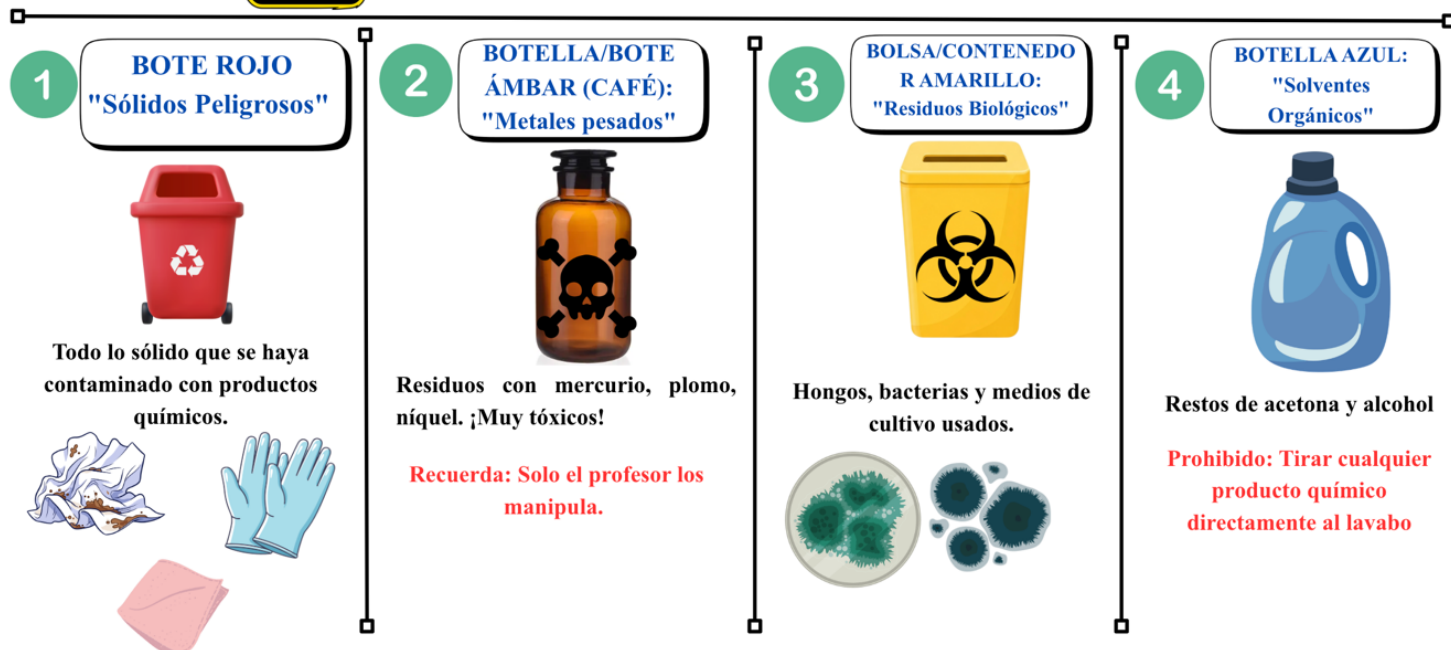
DISPOSICIÓN DE RESIDUOS: Es crucial que todos los residuos sean segregados correctamente desde su origen y almacenados en recipientes claramente identificados y etiquetados.

Ilustración 4: Normas específicas para la disposición y clasificación de residuos en el laboratorio escolar

Normas específicas para disposición de residuos



Regla de Oro: NUNCA mezcles residuos diferentes
Cada tipo tiene su propio contenedor.



Nota: Elaboración propia. La figura presenta las normas para la correcta clasificación y disposición de residuos generados en el laboratorio, incluyendo sólidos contaminados, metales pesados, residuos biológicos y solventes orgánicos, con el fin de prevenir riesgos y evitar contaminación.

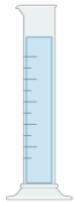
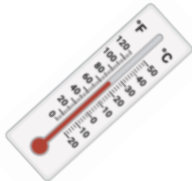
5.5 Integración curricular

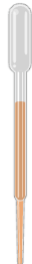
Tabla 36: *Integración de las prácticas con el currículo nacional*

Unidad didáctica	Tema curricular	Contenido prioritario	Destreza con criterio de desempeño	Código	Criterio de evaluación	Código	Competencias investigativas
Unidad 1: Seres vivos y su organización	Reinos biológicos: Reino Fungi	Reproducción, nutrición y funciones vitales de los hongos.	Comprender que los seres vivos tienen estructuras internas que permiten funciones vitales como nutrición y reproducción.	CN.3.1.1	Analiza y explica funciones vitales mediante observación, esquemas y experimentos.	CE.CN.3.1	Formular hipótesis, observar, registrar datos, analizar resultados, comunicar hallazgos.
Unidad 2: Interacción entre seres vivos y el ambiente	Relaciones ecológicas	Importancia ecológica y condiciones de desarrollo del hongo.	Explica las adaptaciones y relaciones de los seres vivos con su entorno, con base en ejemplos observables.	CN.3.3.4	Evalúa interacciones entre seres vivos y el ambiente natural mediante observaciones e indagación.	CE.CN.3.3	Diseñar experiencias, interpretar resultados, reflexionar sobre el impacto ambiental.

5.6 Materiales y equipo del laboratorio

Instrumentos de medición

Probeta graduada Uso: Medir volúmenes de líquidos de forma aproximada. No se usa para calentar.  Precauciones: Asegurar que esté en una superficie plana para una lectura correcta. Es de vidrio frágil.	Matraz aforado Uso: Preparar soluciones con una concentración exacta. Mide un único volumen con alta precisión.  Precauciones: No calentar ni someter a cambios bruscos de temperatura. El líquido se debe enrasar hasta la marca del cuello.
Pipeta volumétrica Uso: Transferir un volumen fijo y exacto de líquido de un recipiente a otro.  Precauciones: Nunca succionar con la boca; usar una propipeta. Evitar que se formen burbujas.	Bureta Uso: Medir volúmenes variables de líquido con gran precisión, especialmente en titulaciones.  Precauciones: Montar firmemente en un soporte universal. Revisar que la llave no tenga fugas.
Termómetro de laboratorio Uso: Medir la temperatura de sustancias durante un experimento.  Precauciones: No usar como agitador. Si es de mercurio y se rompe, es tóxico y requiere un protocolo especial de limpieza.	Balanza Analítica Uso: Medir masas muy pequeñas con una precisión extremadamente alta (0.0001 g).  Precauciones: Mantenerla calibrada y nivelada. Usar las puertas de vidrio para evitar que las corrientes de aire afecten la medición.
Pipeta Pasteur Uso: Transferir pequeñas cantidades de líquido sin necesidad de una medición exacta.	

 Precauciones: Generalmente son de un solo uso. Desechar en el contenedor adecuado para vidrio.	
--	--

Dato científico: ¡Ojo con el menisco!

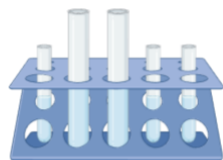
El **menisco** es la curva que forma la superficie de un líquido en un recipiente estrecho como una probeta o un matraz aforado. Para una medición precisa, tus ojos deben estar al mismo nivel que la parte inferior de la curva del menisco. ¡Así te aseguras de medir la cantidad correcta!

Material para calentamiento

Mechero Bunsen Uso: Proporcionar una llama constante y controlable para calentar, esterilizar o quemar sustancias.  Precauciones: Encender con cuidado y nunca dejarlo desatendido. Asegurarse de que no haya materiales inflamables cerca.	Trípode Uso: Sostener recipientes (como vasos o matraces) que van a ser calentados con un mechero. Precauciones: Colocar en una superficie estable. Asegurarse de que sea del tamaño adecuado para el recipiente.
Rejilla de asbesto/cerámica Uso: Distribuir el calor de manera uniforme desde el mechero hacia el recipiente, evitando que se rompa.  Precauciones: Las rejillas antiguas de asbesto son peligrosas si se rompen. Usar las modernas con centro de cerámica.	Cápsula de porcelana Uso: Calentar sustancias a altas temperaturas o para evaporar líquidos y obtener el sólido disuelto 

	Precauciones: Es resistente al calor, pero frágil a los golpes. Usar pinzas para crisol para manipularla cuando está caliente.
--	--

Material de vidrio y uso general

Vaso de precipitación Uso: Contener, mezclar y calentar líquidos. Sus marcas son solo aproximadas.  Precauciones: Calentar directamente sobre la llama de una lámpara de Bunsen o sobre una rejilla.	Matraz erlenmeyer Uso: Mezclar líquidos por agitación sin riesgo de salpicaduras gracias a su cuello estrecho. Ideal para titulaciones.  Precauciones: Al igual que el vaso, calentar sobre una rejilla para distribuir el calor.
Tubo de ensayo Uso: Realizar reacciones químicas en pequeña escala o calentar pequeñas muestras.  Precauciones: Al calentar, nunca apuntar la boca del tubo hacia uno mismo o hacia un compañero.	Gradilla Uso: Sostener y organizar los tubos de ensayo en posición vertical.  Precauciones: Asegurarse de que sea estable y no esté sobrecargada.
Embudo de vidrio Uso: Trasvasar líquidos de un recipiente a otro sin derramar, o para realizar filtraciones.	Agitador de vidrio Uso: Mezclar o disolver sustancias. Es una varilla de vidrio macizo.

 Precauciones: Asegurar que el vástago del embudo no toque el fondo del recipiente receptor.	 Precauciones: Es frágil. Agitar con cuidado para no golpear y romper el recipiente.
Cristalizador Uso: Permitir la evaporación lenta de un solvente para que se formen cristales del soluto.  Precauciones: Es de vidrio delgado y frágil. Manipular con cuidado.	Caja petri Uso: Cultivar microorganismos (bacterias, hongos) en un medio de cultivo sólido.  Precauciones: Trabajar cerca de un mechero para mantener la esterilidad. Desechar de forma segura después de su uso.
Frascos de reactivos Uso: Almacenar sustancias químicas (reactivos). Pueden ser transparentes o de color ámbar para proteger de la luz.  Precauciones: Etiquetar siempre con el nombre del contenido y su peligrosidad. Cerrar bien.	Vidrio reloj Uso: Pesar sólidos, tapar vasos de precipitación para evitar la entrada de polvo o para evaporar pequeñas cantidades de líquido.  Precauciones: Es cóncavo y frágil. No se puede calentar directamente.
Desecador Uso: Mantener sustancias en un ambiente libre de humedad, usando un agente desecante en el fondo.  Precauciones: Abrir y cerrar deslizando la tapa lateralmente, no levantándola. La tapa puede sellarse por vacío.	Frasco lavador (Piseta) Uso: Contener agua destilada u otros solventes para enjuagar material o añadir líquido de forma controlada.  Precauciones: No llenar con reactivos corrosivos o volátiles. Etiquetar siempre el contenido.
Embudo Büchner y matraz kitasato	Tubo de desprendimiento

Uso: Juntos se usan para filtración al vacío, que es mucho más rápida que la filtración por gravedad.  Precauciones: El matraz Kitasato tiene paredes gruesas para resistir el vacío, no usar un Erlenmeyer normal. Asegurar una buena conexión.	Uso: Conducir los gases que se producen en una reacción desde un recipiente (ej. tubo de ensayo) a otro.  Precauciones: Asegurar que las conexiones sean herméticas para evitar fugas de gas.
Mortero con pistilo Uso: Triturar y mezclar sustancias sólidas hasta convertirlas en polvo fino.  Precauciones: No golpear con fuerza, se debe presionar y girar. Limpiar bien después de cada uso para evitar contaminación.	

Elementos de Seguridad y Soporte

Soporte universal Uso: Montar y sostener diferentes equipos de laboratorio (buretas, embudos, etc.) usando pinzas y nueces.  Precauciones: La base debe ser pesada y estable. No sobrecargar con demasiado peso o altura.	Pinzas para tubo de ensayo Uso: Sujetar un tubo de ensayo, especialmente cuando está caliente.  Precauciones: Sujetar el tubo por la parte superior. No apretar demasiado para no romperlo.	Pinzas para crisol Uso: Manipular objetos calientes, como crisoles, cápsulas de porcelana o vasos de precipitación.  Precauciones: Asegurar un agarre firme. Las puntas pueden estar calientes después de su uso.	Autoclave / olla de presión Uso: Esterilizar material de laboratorio o medios de cultivo usando vapor a alta presión y temperatura.  Precauciones: Es un equipo de alto riesgo. Seguir
--	--	---	---

			estrictamente las instrucciones. Nunca abrir si está bajo presión.
--	--	--	--

5.7 Módulos experimentales

5.7.1 Módulo 1: Preparación del Sustrato (Grano)

Enganchar: Nutrición y asepsia para el cultivo inicial

Pregunta de inicio: "¿qué requerimientos nutricionales tiene el micelio en su fase inicial y cómo podemos garantizar un ambiente libre de microorganismos competidores para su desarrollo?"

El grano de cereal funcionará como el **sustrato de arranque**, un medio de cultivo de alta energía que impulsa la primera fase de expansión del micelio. Sin embargo, este sustrato también es atractivo para una multitud de **microorganismos competidores** (bacterias y otros hongos) presentes en el ambiente. El objetivo es aplicar un proceso de **esterilización** riguroso para crear un entorno aséptico, asegurando que solo nuestro hongo prospere.

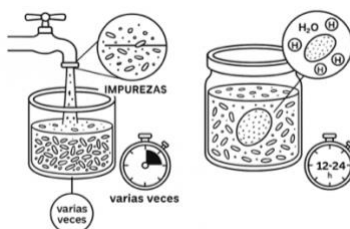
Explorar: preparación del medio de cultivo sólido

Materiales y equipos

- **Sustrato:** 500g de grano de cereal (trigo, centeno).
- **Recipientes:** 3-4 frascos de vidrio con tapa modificada para intercambio gaseoso.
- **Equipos:** olla a presión (o autoclave), olla grande, colador.
- **Protección:** papel de aluminio, guantes resistentes al calor, gafas de seguridad.

Procedimiento experimental

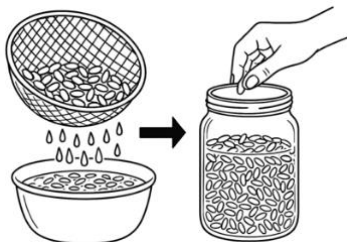
1. **Lavado e hidratación:** enjuagar el grano con agua varias veces hasta que el agua salga clara para eliminar impurezas. Dejar el grano en remojo con agua limpia durante 12-24 horas para que se hidrate.



2. **Cocción:** escurrir y cocer el grano en agua fresca durante 15-20 minutos. El objetivo es que el grano esté tierno pero intacto, sin romperse.



3. **Secado y envasado:** escurrir bien y dejar secar la superficie del grano para evitar exceso de humedad. Llenar los frascos hasta 2/3 de su capacidad, sin compactar.



a.

4. **Esterilización:** tapar los frascos, cubrir con papel de aluminio y colocar en la olla a presión. Procesar a **15 PSI (121°C) durante 90 minutos**.



4. Esterilización

15 n 90 m

a.

5. **Enfriamiento controlado:** apagar el fuego y dejar que la olla se enfríe completamente por sí sola hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente. **No forzar el enfriamiento**, ya que puede causar la entrada de aire contaminado.



5. Enfriamiento controlado

Normas de bioseguridad del módulo 1

Riesgo de quemaduras: la olla a presión y su contenido alcanzan altas temperaturas. Utilizar siempre guantes resistentes al calor durante su manipulación.

Mantenimiento de la esterilidad: una vez que los frascos se enfríen, no deben abrirse bajo ninguna circunstancia hasta el momento de la inoculación.

Explicar: fundamentos de la esterilización por autoclave

Sustrato: es el medio que provee los nutrientes necesarios para el crecimiento del hongo. El grano de cereal es rico en carbohidratos complejos (almidón) y nitrógeno, componentes esenciales para la expansión del micelio.

Esterilización: es un proceso absoluto que elimina **todas** las formas de vida microbiana, incluyendo las bacterias y sus formas de resistencia más duras, las **endoesporas**. Esto se logra mediante la aplicación de vapor a alta temperatura (121°C) y presión (15 PSI) en un autoclave u olla a presión. La presión permite que el vapor alcance temperaturas superiores a la de ebullición, garantizando la destrucción total de microorganismos competidores.

Elaborar: análisis de variables críticas

Pregunta de reflexión: analice las implicaciones de utilizar un método de desinfección (hervido a 100°C) en lugar de un método de esterilización (autoclave a 121°C). ¿Por qué la presión es un factor físico crítico para alcanzar la esterilidad real en este sustrato?

.....
.....
.....
.....
.....

Evaluar: rúbrica de desempeño del módulo 1

Criterio	Logrado (3.33 pts)	En proceso (1 pt)
Preparación del Sustrato	El grano presenta una hidratación y cocción correctas (tierno, pero no roto) y los frascos están llenados a la capacidad adecuada.	El grano está sobrecocido (pastoso) o insuficientemente hidratado; los frascos están mal llenados.
Técnica de Esterilización	Sigue rigurosamente el protocolo de seguridad y operación de la olla a presión, respetando tiempos y presiones.	Requiere supervisión o comete errores en el manejo del equipo o en el seguimiento del protocolo.
Comprensión Conceptual	Diferencia y justifica la necesidad de la esterilización por autoclave frente a otros métodos de desinfección para este sustrato.	Confunde los conceptos de esterilización y desinfección o no logra explicar su importancia.

5.7.2 Módulo 2: Aislamiento e Inoculación del Micelio

Enganchar: la técnica de aislamiento de tejido

Planteamiento: "se a realizará una técnica de biotecnología fundamental: la propagación asexual o clonación. Al extraer una pequeña muestra de tejido interno de un hongo, podemos replicar su genética exacta. Este es un paso de alta precisión que exige un ambiente aséptico para tener éxito."

Con el sustrato estéril listo, ahora se necesitará introducir el organismo de interés. En lugar de usar esporas (reproducción sexual), se realizará una **clonación** tomando un fragmento de tejido del interior de un cuerpo fructífero sano. Este tejido contiene micelio vivo. Al transferirlo al grano estéril (proceso llamado **inoculación**), se creará un cultivo genéticamente idéntico al hongo original, asegurando sus características deseables.

Explorar: el procedimiento de inoculación aséptica

Materiales y equipos

- **Cultivo:** frascos con grano estéril del módulo 1.
- **Donante:** un cuerpo fructífero de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) fresco y sano.
- **Herramientas:** bisturí o escalpelo, mechero de alcohol, alcohol isopropílico al 70%.
- **EPP:** guantes de nitrilo, mascarilla.

Procedimiento experimental

1. **Preparar el ambiente aséptico:** desinfectar con alcohol al 70% las superficies y todos los materiales que se utilizarán.



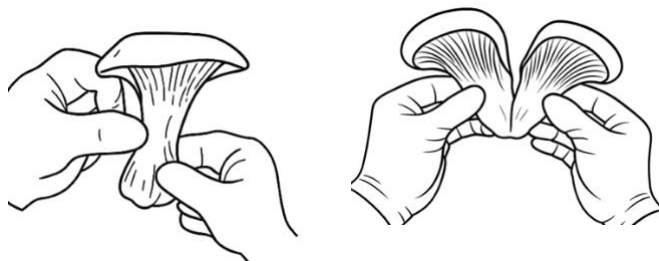
2.

3. **Esterilizar herramienta por flama:** calentar la hoja del bisturí en la llama del mechero hasta que esté al rojo vivo. Dejar enfriar en el aire estéril.



ESTERILIZAR HERRAMIENTA
POR FLAMA

4. **Exponer tejido interno:** con las manos enguantadas, rasgar el hongo por la mitad (no cortar) para exponer su tejido interno, que está naturalmente protegido de contaminantes.



5. **Realizar la transferencia:** con el bisturí estéril y frío, cortar un pequeño fragmento de tejido interno (3-5 mm) y depositarlo rápidamente en el frasco de grano. Cerrar la tapa de inmediato.



6. **Incubación:** etiquetar el frasco con la fecha y la especie. Colocarlo en un lugar oscuro a temperatura ambiente (20-24°C) para permitir la colonización.



8. **Monitoreo y registro:** revisar los frascos cada 2-3 días (sin abrirlos) y anotar en la bitácora el crecimiento del micelio blanco y algodonoso.



Normas de bioseguridad del módulo 2

- **Riesgo de fuego:** el alcohol es extremadamente inflamable. Nunca atomizar alcohol cerca de una llama encendida.
- **Técnica aséptica rigurosa:** el mayor riesgo de contaminación es el operador. Usar mascarilla, evitar movimientos bruscos y hablar lo mínimo durante la transferencia.

Explicar: conceptos de asepsia y crecimiento micelial

- **Micelio:** es la estructura vegetativa del hongo, compuesta por una red de filamentos microscópicos llamados **hifas**. El micelio es el responsable de la absorción de nutrientes y el crecimiento del organismo.
- **Propagación asexual:** al tomar tejido somático, estamos creando un organismo genéticamente idéntico al hongo "parental". Esta técnica asegura que las características deseables (como la velocidad de crecimiento o el tamaño del fruto) se mantengan.
- **Técnica aséptica:** es el conjunto de procedimientos (uso de la SAB, esterilización por flama, desinfección de superficies) diseñados para prevenir la contaminación de nuestro cultivo por **microorganismos**.

antagonistas (mohos, bacterias, levaduras) que compiten por los mismos recursos.

Elaborar: diagnóstico y formulación de hipótesis

- **Análisis de fallos:** si uno de sus frascos se contamina (por ejemplo, con un moho verde), no lo consideren un fracaso, sino un dato. Analice las posibles causas.
- Formule una hipótesis: ¿el error se originó en una esterilización deficiente del sustrato (módulo 1) o en una brecha en la técnica aséptica durante la inoculación (módulo 2)? Justifique su razonamiento.

.....

Evaluar: rúbrica de desempeño del módulo 2

Criterio	Logrado (2 pts)	En proceso (1 pt)
Ejecución de técnica aséptica	Realiza la transferencia de tejido de forma limpia y eficiente, esterilizando correctamente la herramienta y minimizando el tiempo de exposición del cultivo.	Comete errores en la técnica, como olvidar esterilizar la herramienta, contaminarla por contacto o trabajar de forma lenta y dubitativa.
Registro en bitácora	Registra de forma clara y cronológica las fechas, observaciones del crecimiento del micelio y cualquier signo de contaminación.	La bitácora está incompleta, desorganizada o las observaciones son vagas.
Éxito de la inoculación	La mayoría de los frascos muestran una colonización exitosa con micelio sano, sin contaminantes visibles.	La mayoría de los frascos se contaminan o no muestran crecimiento micelial.

5.7.3 Módulo 3: Pasteurización de la Paja (Sustrato de Volumen)

Enganchar: simulación del hábitat natural del hongo

Contexto Ecológico: "el micelio ha colonizado el grano, un sustrato rico en energía. Ahora, para obtener los recursos necesarios para fructificar, se debe transferir a un sustrato de volumen que imite su nicho ecológico natural: la materia lignocelulósica. Se usa paja, rica en celulosa y lignina, pero debemos tratarla para favorecer a nuestro hongo."

El grano fue el sustrato de arranque, pero para construir los cuerpos fructíferos, el hongo necesita un sustrato a granel que simule la madera o la hojarasca que descompone en la naturaleza. La paja de cereal, compuesta de **celulosa** y **lignina**, es ideal. Sin embargo, no se podrá esterilizarla por completo. En su lugar, se usa la **pasteurización**, un tratamiento térmico menos agresivo. Este cambio de estrategia es clave para crear un ecosistema favorable para nuestro hongo.

Explorar: El arte de la pasteurización

Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este módulo, el estudiante será capaz de:

- Preparar un sustrato lignocelulósico (paja) para el cultivo.

- Realizar el proceso de pasteurización por inmersión en agua caliente, controlando las variables de temperatura y tiempo.
- Determinar el nivel de humedad óptimo del sustrato, conocido como "capacidad de campo".
- Diferenciar conceptual y funcionalmente entre pasteurización y esterilización.

Materiales y equipos

- **Sustrato de volumen:** 1-2 kg de paja de cereal (trigo, avena).
- **Herramientas:** tijeras de podar, bolsa de malla, olla grande (20-30 litros).
- **Fuente de calor:** estufa o quemador.
- **Instrumentos:** termómetro.
- **Área de trabajo:** superficie limpia y desinfectada para el enfriamiento.
- **EPP:** guantes resistentes al calor, gafas de seguridad.

Procedimiento experimental paso a paso

1. **Preparación del sustrato:** cortar la paja en trozos de 5 a 10 cm para aumentar la superficie de contacto. Introducirla en la bolsa de malla.



2. **Pasteurización por inmersión:** sumergir la bolsa con paja en la olla con agua. Calentar el agua hasta que alcance una temperatura entre **65°C y 80°C**. Mantener esta temperatura constante durante **60 a 90 minutos**. No debe hervir.



3. **Escurreo y enfriamiento:** con precaución, retirar la bolsa del agua caliente y dejarla escurrir hasta que deje de gotear. Extender la paja sobre una superficie limpia para que se enfríe a temperatura ambiente.



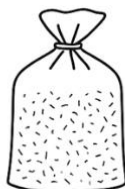
4. **Prueba de capacidad de campo:** tomar un puñado de paja y apretarlo con fuerza. Si solo salen unas pocas gotas de agua entre los nudillos, la humedad es perfecta. Este es el

nivel de **capacidad de campo**. Si no sale agua, está muy seca; si sale un chorro, está muy húmeda.

5.



6. **Uso inmediato.** La paja pasteurizada debe usarse lo antes posible para evitar su re-contaminación.



Normas de bioseguridad específicas del módulo 3

- **Riesgo térmico:** se maneja un gran volumen de agua caliente. Usar siempre guantes resistentes al calor y gafas de seguridad.
- **Higiene del área:** la paja pasteurizada es vulnerable a la re-contaminación. La superficie de enfriamiento debe estar rigurosamente desinfectada.

Explicar: pasteurización selectiva y capacidad de campo

Conceptos científicos clave

- **Sustrato lignocelulósico:** sustrato compuesto principalmente por lignina y celulosa, los polímeros estructurales de las plantas. El micelio de *Pleurotus* secreta enzimas extracelulares (ligninasas, celulasas) para descomponerlos.
- **Pasteurización selectiva:** a diferencia de la esterilización, la pasteurización (65-80°C) no elimina todos los microbios. Elimina a los competidores más sensibles al calor (muchos mohos y bacterias), pero permite la supervivencia de ciertos microorganismos termófilos (amantes del calor) que son beneficiosos. Estos microbios "amigos" ocupan el sustrato y lo protegen de la invasión de otros contaminantes, creando un **sustrato selectivo**.
- **Capacidad de campo:** es el punto de humedad óptimo en el que el sustrato retiene la máxima cantidad de agua disponible para el micelio, sin que el exceso de agua sature los poros. Esto es vital porque el micelio necesita tanto agua para su metabolismo como aire (oxígeno) en los poros para su respiración aeróbica.

Elaborar: investigación de sustratos lignocelulósicos

La paja es solo una opción. Investiguen otros tres sustratos de volumen utilizados para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (ej. borra de café, aserrín de maderas duras, fibra de coco).

- **Análisis comparativo:** Para cada sustrato, creen una ficha técnica que incluya: composición principal, método de preparación (pasteurización, esterilización, etc.), ventajas (disponibilidad, costo) y desventajas (riesgo de contaminación, complejidad).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Evaluar: rúbrica de desempeño del módulo 3

Criterio de Evaluación	Excelente (3 pts)	Bueno (2 pts)	Regular (1 pt)
Ejecución de la pasteurización	Mantiene la temperatura del agua consistentemente dentro del rango objetivo (65-80°C) durante todo el tiempo requerido.	La temperatura fluctúa ocasionalmente fuera del rango, o el tiempo de pasteurización es ligeramente incorrecto.	No logra controlar la temperatura (ej. hierve el agua) o el tiempo es significativamente incorrecto.
Logro de la capacidad de campo	El sustrato final tiene una humedad perfecta, demostrada por la prueba de compresión (solo unas pocas gotas de agua).	El sustrato está ligeramente demasiado húmedo o demasiado seco, requiriendo ajustes.	El sustrato está visiblemente empapado o seco, indicando una mala ejecución del protocolo.
Comprensión conceptual	Explica con precisión por qué se pasteuriza la paja en lugar de esterilizarla y la importancia fisiológica de la capacidad de campo.	Entiende los conceptos básicos, pero tiene dificultades para explicar los matices científicos.	Confunde pasteurización con esterilización o no comprende la importancia del balance agua/aire.

5.7.4 Módulo 4: Fructificación - siembra, inducción y cosecha

Enganchar: inducción ambiental para la fructificación

Planteamiento Fisiológico: "se ha guiado al micelio a través de su fase de crecimiento vegetativo. Ahora, se debe aplicar una serie de estímulos ambientales controlados, un 'shock de fructificación', para inducir la transición a su fase reproductiva. Se va a simular las condiciones de un otoño en el bosque para que el hongo produzca sus cuerpos fructíferos."

Todo el trabajo previo culmina aquí. El micelio, habiendo colonizado completamente el sustrato, se encuentra en un estado ideal para reproducirse. El proceso de mezclar el grano colonizado (ahora llamado **spawn** o inóculo) con la paja se denomina **siembra**. Una vez que el micelio colonice la paja, formando un bloque denso, se le dará una señal cambiando drásticamente sus condiciones de vida (temperatura, humedad, aire fresco y luz). Este shock es el disparador que le indica al micelio que es hora de formar los **cuerpos fructíferos**.

Explorar: La culminación del ciclo de cultivo

Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este módulo, el estudiante será capaz de:

- Realizar la siembra del spawn en el sustrato pasteurizado de forma homogénea.
- Monitorear y controlar las variables ambientales (humedad, intercambio gaseoso, luz) para inducir la fructificación.
- Identificar la formación de primordios y su desarrollo a cuerpos fructíferos.
- Determinar el punto óptimo de cosecha y recolectar los hongos adecuadamente.

Materiales y equipos

- **Inóculo (Spawn):** frascos de grano completamente colonizados del Módulo 2.
- **Sustrato de volumen:** paja pasteurizada y a capacidad de campo del Módulo 3.
- **Contenedores:** bolsas de cultivo de polipropileno o bolsas de plástico gruesas.
- **Cámara de fructificación:** caja de plástico grande ("monotub"), terrario o pequeño invernadero.
- **Herramientas:** bisturí, atomizador de agua.
- **EPP:** guantes de nitrilo, mascarilla.

Procedimiento experimental paso a paso

1. **Preparación y Siembra:** en un área limpia, desmenuzar el spawn y mezclarlo homogéneamente con la paja pasteurizada. La proporción recomendada es de 1:10 (spawn:sustrato) en peso.



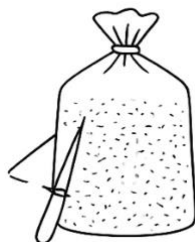
2. **Llenado y compactación:** rellenar las bolsas de cultivo con la mezcla, compactando firmemente para asegurar un buen contacto y eliminar bolsas de aire.



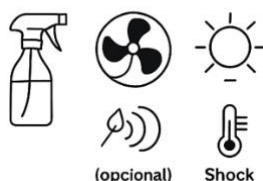
3. **Incubación y colonización:** sellar las bolsas y colocarlas en un lugar oscuro a 20-24°C durante 1 a 3 semanas, hasta que el bloque de sustrato se vuelva completamente blanco y sólido por el crecimiento del micelio.



4. **Inducción a la fructificación:** una vez colonizado, trasladar el bloque a la cámara de fructificación. Con un bisturí limpio, hacer varios cortes en la bolsa.



5. **Control ambiental:** Proveer las 4 señales de fructificación:
- **Alta humedad (85-95%):** Rociar las paredes de la cámara con agua 2-3 veces al día.
 - **Intercambio de aire fresco:** ventilar la cámara varias veces al día para reducir el CO₂ y aumentar el O₂.
 - **Luz indirecta:** proveer luz ambiental durante varias horas al día.
 - **(Opcional) Shock térmico:** un ligero descenso de la temperatura puede acelerar la inducción.



6. **Observación y cosecha:** observar la formación de pequeños "pines" (**primordios**). Cosechar los racimos cuando los bordes de los sombreros comiencen a aplanarse. Girar el racimo completo desde la base para desprenderlo.



Normas de bioseguridad específicas del módulo 4

- **Manejo de contaminantes:** Si aparece moho verde (*Trichoderma*), retirar y desechar la bolsa inmediatamente y fuera del área de cultivo para evitar la dispersión de esporas.

- **Alergias a esporas:** los hongos maduros liberan millones de esporas. Usar mascarilla durante la cosecha para evitar posibles reacciones alérgicas por inhalación.

Explicar: fisiología de la fructificación

Conceptos científicos clave

- **Spawn (Inóculo):** es el sustrato de grano colonizado que actúa como un vehículo para distribuir el micelio vigoroso a través del sustrato de volumen, creando miles de puntos de inoculación.
- **Colonización:** es la fase de crecimiento vegetativo durante la cual las hifas del micelio se extienden y digieren el sustrato, acumulando energía y biomasa.
- **Disparadores de la fructificación:** son las señales ambientales que inducen el cambio del metabolismo del hongo de un estado vegetativo a uno reproductivo. Los principales son el agotamiento de nutrientes, el aumento de oxígeno (O₂), la reducción de dióxido de carbono (CO₂), la alta humedad relativa y la presencia de luz.
- **Primordios y cuerpos fructíferos:** los primordios son los agregados de hifas que representan los "embriones" de los hongos. Bajo las condiciones adecuadas, estos se desarrollan en los cuerpos fructíferos maduros, cuya función biológica es la producción y dispersión de esporas para la reproducción.

Elaborar: Análisis de rendimiento y optimización

1. Elaborar: registro de la cosecha:

La cosecha es el momento de celebrar el éxito del proyecto y de conectar el trabajo de laboratorio con el mundo real. En lugar de cálculos complejos, nos enfocaremos en observar, registrar y compartir.

- **Registro cuantitativo simple:** utilicen una balanza para pesar su cosecha total en gramos. Anoten este dato en su bitácora. Si obtienen más de una cosecha, pesen cada una por separado. Esto les permitirá ver cómo la productividad del bloque cambia con el tiempo.
- **Ficha nutricional del hongo ostra:** investiguen en equipos los beneficios de los hongos *Pleurotus ostreatus*. Creen una ficha informativa o un pequeño póster que responda a preguntas como: ¿Qué vitaminas y minerales contienen? ¿Son una buena fuente de proteínas? ¿Qué beneficios tienen para la salud?
- **Mesa redonda de experiencias:** organicen una sesión donde cada equipo comparta su experiencia. ¿Cuál fue la parte más difícil del proceso? ¿Qué fue lo más sorprendente? ¿Qué harían diferente la próxima vez? Este es un espacio para aprender de los aciertos y errores de todos.
- **Reflexión sobre el ciclo completo:** individualmente o en grupo, reflexionen sobre el viaje completo. ¿Cómo se parece este ciclo de cultivo (colonización, fructificación, cosecha) a los ciclos que ocurren en la naturaleza, como el de las plantas o el de la descomposición en el bosque?

- **(Opcional y con supervisión) degustación científica:** si las condiciones y permisos lo permiten, y bajo estricta supervisión del docente, se puede realizar una pequeña degustación de los hongos cocinados. Esto conecta el proyecto científico con una experiencia sensorial y resalta el valor alimenticio de los hongos.

Evaluar: rúbrica de desempeño del módulo 4

Utilicen esta rúbrica final para evaluar la culminación de su proyecto de cultivo.

Criterio de Evaluación	Excente (3 pts)	Bueno (2 pts)	Básico (1 pt)
Ejecución de la siembra	El spawn se distribuye de manera homogénea y la bolsa está compactada de forma firme y uniforme.	La mezcla es mayormente homogénea, pero con algunas acumulaciones. La compactación es adecuada pero inconsistente.	La mezcla es desigual y la bolsa está demasiado suelta o apretada, comprometiendo la colonización.
Control del ambiente de fructificación	Mantiene las variables ambientales (humedad, ventilación) de forma constante y precisa, respondiendo a las necesidades del cultivo.	Monitorea las condiciones de forma irregular, lo que lleva a fluctuaciones que pueden afectar el desarrollo.	No logra mantener las condiciones adecuadas, resultando en primordios abortados o crecimiento deficiente.
Análisis de resultados y bitácora	La bitácora está completa, con registros cuantitativos (pesos) y un análisis reflexivo sobre los resultados y posibles mejoras.	La bitácora registra los eventos y pesos, pero carece de un análisis profundo.	La bitácora está incompleta o carece de datos cuantitativos y reflexiones.

Éxito del cultivo	Obtiene una o más cosechas de cuerpos fructíferos sanos y bien formados, recolectados en su punto óptimo.	Obtiene una cosecha, pero los hongos presentan irregularidades o no se cosechan en el momento ideal.	No logra obtener una cosecha significativa debido a contaminación o a un manejo inadecuado.
--------------------------	---	--	---

5.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernabé-González, T., & Cayetano-Catarino, M. (2009). Cultivo de *Pleurotus* spp. en sustratos agrícolas locales en la región de la montaña de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Micología*, 29, 41-46.

Curvetto, N. R., Figlas, D., Devalis, R., & Delmastro, S. (2002). Growth and productivity of *Pleurotus ostreatus* on wheat straw and an alternative substrate. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 4(1), 1-8.

Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez Merlo, R., & Mata, G. (2006). Manual práctico del cultivo de setas: Aislamiento, siembra y producción. *Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)*. [Disponible en INECOL](#).

Philippoussis, A., Zervakis, G., & Diamantopoulou, P. (2001). Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of the edible mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus* spp. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17(2), 191–200. <https://doi.org/10.1023/A:1016682026684>

Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(5), 1321–1337. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7>

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la investigación realizada y los objetivos planteados se determinan las siguientes conclusiones:

- Se identificó una brecha crítica entre el uso frecuente de guías de laboratorio por parte de los docentes y su percepción de baja efectividad para desarrollar competencias investigativas auténticas, evidenciándose carencias en el andamiaje para la observación sistemática, la formulación de preguntas y el análisis de datos.
- Se diseñó una guía de laboratorio para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, organismo seleccionado por ser un modelo didáctico estratégico (bajo costo, ciclo corto, seguro y contextualmente relevante), y estructurada pedagógicamente para responder a las necesidades diagnosticadas y alinearse con el Currículo Priorizado 2025.
- La evaluación mediante juicio de expertos confirmó un nivel excelente de validez de contenido (IVC global de 1.00), destacándose la pertinencia curricular, la contextualización local, la viabilidad práctica y la claridad de la evaluación del prototipo.
- Se logró desarrollar y validar rigurosamente una guía de laboratorio que supera las limitaciones identificadas en los recursos existentes, constituyendo un instrumento pedagógico pertinente, viable y de alta calidad para fomentar la indagación científica en el aula.

RECOMENDACIONES

- Diseño de investigación cuasi-experimental: Realizar un estudio comparativo con un grupo experimental que utilice la guía de laboratorio de *Pleurotus ostreatus* y un grupo de control que emplee metodologías tradicionales o las guías de laboratorio genéricas existentes.
- Medición de variables clave: evaluar, mediante pre-test y post-test, el desarrollo de competencias investigativas específicas (ej. formulación de hipótesis, análisis de datos, argumentación científica), la comprensión conceptual de temas de microbiología y ecología, y los cambios en las actitudes y la motivación de los estudiantes hacia la ciencia.
- Construcción de una base de conocimiento colaborativa: promover la creación de una red de educadores y un repositorio nacional de guías de laboratorio validadas y contextualizadas. Esto permitiría superar la dependencia de materiales genéricos y construir un cuerpo de recursos didácticos que reflejen la biodiversidad y la realidad sociocultural del Ecuador, potenciando un aprendizaje científico verdaderamente significativo.

ANEXOS:

A continuación, se detallan los instrumentos y documentos complementarios que respaldan la presente investigación. Para optimizar la extensión del documento y garantizar el acceso a la información original, se han dispuesto enlaces de almacenamiento externo (Google Drive) que permiten su consulta y descarga.

Anexo A: Instrumentos de validación por juicio de expertos

Este documento integra los tres formatos complementarios utilizados para la validación de la guía de laboratorio. Incluye:

- Formato de datos del experto validador.
- **Instrumento 1:** Uso actual y percepción de guías de laboratorio (diagnóstico).
- **Instrumento 2:** Validación del prototipo de guía de laboratorio.
- **Matriz de validación de ítems** (evaluación de congruencia, precisión y redacción por parte de los expertos).
- Tabulación de resultados de la validación (Índice de validez de contenido - IVC).

Acceso al documento completo: [Anexo A.docx](#)

Anexo B: Datos curriculares de los expertos validadores

Se presenta la hoja de vida resumida y los datos de calificación académica de los tres expertos que participaron en el juicio de validación.

Acceso al documento completo: [Anexo B.docx](#)

Anexo C: Matriz de calidación por expertos (Instrumentos 1 y 2) – resultados individuales

Documento que contiene las matrices de validación diligenciadas de forma individual por cada experto (Validador 1, 2 y 3), con las puntuaciones asignadas a cada ítem.

Acceso al documento completo: [Anexo C.docx](#)

Anexo D: Formato de Consentimiento Informado

Modelo de consentimiento informado aplicado a los participantes del estudio (expertos y/o docentes).

Acceso al documento completo: [Anexo D.docx](#)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aditomo, A., & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: Evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504–525. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1716093>
- Alberola-Mulet, I., Iglesias-Martínez, M. J., Lozano-Cabezas, I., Guillen-Gamez, F. D., Vázquez Toledo, S., Latorre Cosculluela, C., & Albright, J. (2021). Teachers' beliefs about the role of digital educational resources in educational practice: A qualitative study. *Education Sciences*, 11(5), 239. <https://doi.org/10.3390/educsci11050239>
- Alvarado, R., Alvarado, S., Govea, D., & Jaime, D. (2025). Impact of digital education in rural areas of Ecuador: Challenges and opportunities. *Seminars in Medical Writing and Education*, 4, 468. <https://doi.org/10.56294/mw2025468>
- Anggrawan, A., Satria, C., & Zulfikri, M. (2023). Building an IoT-based oyster mushroom cultivation and control system and its practical learning effects on students. *TEM Journal*, 12(3), 1853–1867. <https://doi.org/10.18421/TEM123-69>
- Ankeny, R., & Leonelli, S. (2020). *Model organisms*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108593014>
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669–678. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.050>

- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Ato, M., López, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038–1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Baba, V. F., Wang, T., Adzani, S. A., & Abdul-Hamid, Z. (2021). Information sharing and supply chain collaboration: Strategy for higher firm performance in Ghana. *American Journal of Industrial and Business Management*, 11(6), 635–645. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2021.116041>
- Bagur-Pons, S., Rosselló-Ramon, M. R., Paz-Lourido, B., & Verger, S. (2021). El enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa [Integrative approach of mixed methodology in educational research]. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 27*(1), 1–21. <https://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21053>
- Bellettini, M. B., Fiorda, F. A., Maieves, H. A., Teixeira, G. L., Ávila, S., Hornung, P. S., Júnior, A. M., & Ribani, R. H. (2019). Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(4), 633–646. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.005>
- Bhardwaj, A. K., Thakur, B., Tripathi, S. K., Turabayev, M. E., Aljulaih, A. A., Kharlamova, T. S., & Kulinich, S. A. (2025). Recent advances in valorizing agricultural waste: A sustainable approach. *Waste and Biomass Valorization*. Publicación anticipada en línea. <https://doi.org/10.1007/s12649-025-03419-5>

- Bonilla Flores, J. de J., Guaigua Guaigua, J. M., & Rumbaut Rangel, D. (2024). Recursos educativos digitales para potencializar el aprendizaje en estudiantes de educación técnica profesional, en la Unidad Educativa Particular Luis Chiriboga Manrique, Guayaquil - Ecuador. *Reincisol*, 3(6), 1888–1907. [https://doi.org/10.59282/reincisol.v3\(6\)1888-1907](https://doi.org/10.59282/reincisol.v3(6)1888-1907)
- Box, G. E. P. (1979). Robustness in the strategy of scientific model building. En R. L. Launer & G. N. Wilkinson (Eds.), *Robustness in statistics* (pp. 201–236). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-438150-6.50018-2>
- Branch, R. M. (2010). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. BSCS. <https://bscs.org/reports/>
- Cabero Almenara, J., & Llorente Cejudo, M. D. C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Eduweb. Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, 7(2), 11–22.
- Cairns, D., & Areepattamannil, S. (2019). Exploring the relations of inquiry-based teaching to science achievement and dispositions in 54 countries. *Research in Science Education*, 49(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9639-x>
- Cárdenas, A. M., & Martínez, C. A. (2021). Las finalidades del conocimiento escolar en ciencias en las orientaciones curriculares del Ministerio de Educación

- Nacional de Colombia. *Praxis & Saber*, 12(30), e11453. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n30.2021.11453>
- Chamblin, M. (2017). Using the ADAPT strategy to facilitate the thinking process of creating universal design based instructional adaptations and differentiation in lesson plans for diverse learners. *Open Access Library Journal*, 4(5), 1–17. <https://doi.org/10.4236/oalib.1103585>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- Cruz, D. (2021). Producción y valor proteico de *Pleurotus ostreatus* en la región sur de Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 12(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v12i2.1806>
- Cruzado Saldaña, J. J. (2022). La evaluación formativa en la educación. *Comuni@cción: Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo*, 13(2), 149–160. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.13.2.672>
- Effiong, M. E., Umeokwochi, C. P., Afolabi, I. S., & Chinedu, S. N. (2023). Assessing the nutritional quality of *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom). *Frontiers in Nutrition*, 10, 1279208. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1279208>
- Ejigu, N., Sitotaw, B., Girmay, S., & Assaye, H. (2022). Evaluation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) production using water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) biomass supplemented with agricultural wastes. *International Journal of Food Science*, 2022, 9289043. <https://doi.org/10.1155/2022/9289043>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27–36.

- Fontalvo Buelvas, J. C., De la Cruz Elizondo, Y., Castro Martínez, O. R., Ferguson, B. G., Morales, H. E. de G., Caballero Roque, A., ... Yurugi López, Y. F. (2024). *Huertos en instituciones de educación superior: Relatos y experiencias desde México*. Ediciones Comunicación Científica. <https://doi.org/10.52501/cc.191>
- Franco-Mariscal, A. J., & Cano-Iglesias, M. J. (s. f.). El desarrollo de competencias científicas a través de proyectos de investigación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. <http://hdl.handle.net/10498/18845>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Galicia Alarcón, L. A., Balderrama Trápaga, J. A., & Edel Navarro, R. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: Propuesta de una herramienta virtual. *Apertura*, 9(2), 42–53. <https://doi.org/10.32870/ap.v9n2.993>
- Gamboa Suárez, A. A., Hernández Suárez, C. A., & Prada Núñez, R. (2020). Competencias científicas, investigativas y comunicativas: Experiencias desde una línea de investigación en enseñanza de las ciencias. *Plumilla Educativa*, 25(1), 13–26. <https://doi.org/10.30554/pe.1.3827.2020>
- García Belardi, M. F., & Pose, M. M. (2024). Experiencias pedagógicas realizadas con hongos de la Patagonia. *Revista de Educación en Biología*, 27(1). <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v27.n1.42143>

- Gea Izquierdo, E., Benavides Velasco, C. Á., Vicente, J., Escudero, M., & García Rodríguez, A. (2009). The design of an in vitro fertilization (IVF) laboratory and its importance in risk prevention: Applicability of UV radiation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(6), 1579–1586. <http://www.scielo.br/pdf/babt/v52n6/a30v52n6.pdf>
- Gómez, L. M., & Rojas, J. A. (2013). Evaluación de la práctica educativa: Una revisión de enfoques e instrumentos. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 6(2), 11–28. <http://www.rinace.net/riece/>
- González-Weil, C., Cortéz, M., Bravo, P., Ibaceta, Y., Cuevas, K., Quiñones, P., Maturana, J., & Abarca, A. (2012). La indagación científica como enfoque pedagógico: Estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en la Región de Valparaíso. *Estudios Pedagógicos*, 38(2), 85–102.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. P. (2022). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Herrera Rodríguez, J. I., Guevara Fernández, G. E., & Urías Arbolaez, G. de la C. (2020). Los estudios de pertinencia desde referentes contextuales: Experiencia desde una maestría en educación inclusiva. *Revista Scientific*, 5(15), 168–190. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2020.5.15.8.168-190>

- Hidalgo, D. R., & Ortega-Sánchez, D. (2022). Project based learning: A systematic literature review (2015-2022). *Human Review. International Humanities Review*, 11. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.4181>
- Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 247–264.
- Jara-Samaniego, J., Moral, R., Perez-Murcia, M. D., Paredes, C., Gálvez-Sola, L., Gavilanes-Terán, I., & Bustamante, M. Á. (2015). Urban waste management and potential agricultural use in South American developing countries: A case study of Chimborazo region (Ecuador). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(sup1), 157–169. <https://doi.org/10.1080/00103624.2014.988587>
- Kafyulilo, A. C., Fisser, P., & Voogt, J. (2015). Supporting teachers learning through the collaborative design of technology-enhanced science lessons. *Journal of Science Teacher Education*, 26(8), 673–694. <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9444-1>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>

- Li, Y., & Guo, M. (2021). Scientific literacy in communicating science and socio-scientific issues: Prospects and challenges. *Frontiers in Psychology*, 12, 758000. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.758000>
- Liliana Zamora Alvarado. (2023). Diseño de un instrumento para evaluar la eficiencia del sistema de formación continua para profesores de educación básica [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].
- Lozano Díaz, V., & Fernández Rodríguez, M. (2022). *Diseño de secuencias didácticas para el fortalecimiento de la creatividad y el compromiso en la formación online*. Dykinson.
- Mañay, L. F., Díaz Guevara, E. F., Rubio Paredes, R. del C., Moreta Herrera, C. R., & Mayorga Zambrano, J. R. (s. f.). *Aprobación* [Documento institucional]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato.
- Marshall, J. C., Smart, J. B., & Alston, D. M. (2017). Inquiry-based instruction: A possible solution to improving student learning of both science concepts and scientific practices. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 777–796. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9718-x>
- Martínez Huamán, E. L., Félix Benites, E. D., & Quispe Morales, R. A. (2022). Innovación educativa y práctica pedagógica docente en instituciones educativas rurales en el Perú en tiempos de pandemia. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 24(1), 62–78. <https://doi.org/10.36390/telos241.05>
- Martínez Ordoñez, M. P., Villamar Vines, V. I., Zhindón Bermeo, E. A., & Armijos Romero, P. E. (2025). Inclusión educativa en el Ecuador: Avances, desafíos y

- perspectivas desde la normativa vigente. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 8030–8048. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17525
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2017). *Guía docente para el uso de laboratorios*. Ministerio de Educación del Ecuador.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2025). *Currículo priorizado para la Educación General Básica Superior*. Ministerio de Educación del Ecuador.
- Mondragon-Barrios, L. (2009). Consentimiento informado: Una praxis dialógica para la investigación. *Revista de Investigación Clínica*, 61(1), 73–82.
- Morales Zúñiga, L. C. (2016). Los niveles de la investigación socioeducativa: Lógica y relacionalidad investigativa. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 46(4), 65–96. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27049500004>
- Mulyadi, A., Mustofa, R. F., & Diella, D. (2023). The effect of a project-based learning model on learning outcomes and collaboration skills. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 5(2), 1–12.
- Ochoa Jaramillo, J. P., Carrión Cerna, C. E., Bustamante Aguilera, M. S., & Moya Ledesma, C. O. (2025). Las competencias investigativas en el rendimiento de matemáticas en la Educación Básica Superior en Ecuador: Estudio comparativo. *Reincisol*, 4(7), 2634–2652. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(7\)2634-2652](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)2634-2652)
- Okole, P. (2023). Development of mushroom production skills among students for self-reliance: A case study of Federal College of Education (Technical), Omoku. *International Journal of Arts and Education Science*, 9(6), 1–13. <https://doi.org/10.56201/ijaes.v9.no6.2023.pg1.13>

- Oranga, J., & Matere, A. (2025). Quantitative research: Types, advantages, generalizability and limitations. *Open Access Library Journal*, 12(9), 1–9. <https://doi.org/10.4236/oalib.1113694>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Pacheco-Castillo, J. (2024). Transcultural validation and adaptation of the Academic Stress Questionnaire (CEA) in students of Puerto Rico. *Open Journal of Nursing*, 14(10), 513–529. <https://doi.org/10.4236/ojn.2024.1410036>
- Pérez-Martínez, A. S., Acevedo-Padilla, S. A., Bibbins-Martínez, M., Galván-Alonso, J., & Rosales-Mendoza, S. (2015). A perspective on the use of *Pleurotus* for the development of convenient fungi-made oral subunit vaccines. *Vaccine*, 33(1), 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2014.10.059>
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 30(4), 459–467. <https://doi.org/10.1002/nur.20199>
- Quintana Zamora, J. G., Parrales Gallo, M. A., Vera Chang, J. F., & Tigselema Zambrano, S. M. (2024). Producción de *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus* con residuos agrícolas de *Glycine max*, *Oryza sativa* y *Zea mays*. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria, 8*(1), 83–93. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v8.n1.2024.83-93>
- Rojas Corona, M. G., Silva Maceda, G., & Romero Contreras, S. (2024). Relación del lenguaje académico y la comprensión lectora con la escritura académica en

- educación superior en pandemia. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1813>
- Romero Jeldres, M., Díaz Costa, E., & Faouzi Nadim, T. (2023). A review of Lawshe's method for calculating content validity in the social sciences. *Frontiers in Education*, 8, 1271335. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1271335>
- Rua, A. M., & Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145–166.
- Ruiz-Martín, H., & Bybee, R. W. (2022). The cognitive principles of learning underlying the 5E Model of Instruction. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00337-z>
- Sepúlveda Opazo, F., & Castillo Armijo, P. (2021). Percepciones sobre la inclusión educativa de la comunidad escolar de la ciudad de Pelarco, Chile. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 20(44), 183–197. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v20.n43.2021.011>
- Slavin, R. E. (2014). Aprendizaje cooperativo y rendimiento académico: ¿Por qué funciona el trabajo grupal? *Anales de Psicología*, 30(3), 785–791. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201201>
- Syla, N., & Hodolli, G. (2017). The teaching method named "Starter-Experiment-Approach". *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 26(2), 245–258.

- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 452–466.
- Universidad Central del Ecuador. (s. f.). *Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Carrera de Ciencias Naturales y del Ambiente, Biología y Química* [Documento institucional]. Universidad Central del Ecuador.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112–143. <https://doi.org/10.1002/sce.10044>
- Zhou, C. (2023). The impact of the project-based learning method on students. En *Proceedings of the 2023 International Conference on Education, Psychology and Cultural Studies*. <https://doi.org/10.2991/978-2-38476-132-6>
- Oranga, J., & Matere, A. (2025). Quantitative Research: Types, Advantages, Generalizability&Limitations. *OALib*, 12(09), 1–9. <https://doi.org/10.4236/oalib.1113694>
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Pacheco-Castillo, J. (2024). Transcultural Validation and Adaptation of the Academic Stress Questionnaire (CEA) in Students of Puerto Rico. *Open Journal of Nursing*, 14(10), 513–529. <https://doi.org/10.4236/ojn.2024.1410036>
- Pérez-Martínez, A. S., Acevedo-Padilla, S. A., Bibbins-Martínez, M., Galván-Alonso, J., & Rosales-Mendoza, S. (2015). A perspective on the use of *Pleurotus* for the

- development of convenient fungi-made oral subunit vaccines. In *Vaccine* (Vol. 33, Number 1, pp. 25–33). Elsevier Ltd.
- <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2014.10.059>
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Focus on research methods: Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing and Health*, 30(4), 459–467.
- <https://doi.org/10.1002/nur.20199>
- Quintana Zamora, J. G., Parrales Gallo, M. A., Vera Chang, J. F., & Tigselema Zambrano, S. M. (2024). Producción de *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sapidus* con residuos agrícolas de *Glycine max*, *Oryza sativa* y *Zea mays*. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(1), 83–93.
- <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v8.n1.2024.83-93>
- Rojas Corona, Ma. G., Silva Maceda, G., & Romero Contreras, S. (2024). Relación del lenguaje académico y la comprensión lectora con la escritura académica en educación superior en pandemia. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 14(28).
- <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1813>
- Romero Jeldres, M., Díaz Costa, E., & Faouzi Nadim, T. (2023). A review of Lawshe's method for calculating content validity in the social sciences. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1271335>
- Ruiz-Martín, H., & Bybee, R. W. (2022). The cognitive principles of learning underlying the 5E Model of Instruction. In *International Journal of STEM*

- Education* (Vol. 9, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00337-z>
- Sepúlveda Opazo, F., & Castillo Armijo, P. (2021). Percepciones sobre la inclusión educativa de la comunidad escolar de la ciudad de Pelarco, Chile. *Revista de Estudios y Experiencias En Educación*, 20(44), 183–197.
<https://doi.org/10.21703/0718-5162.v20.n43.2021.011>
- Slavin, R. E. (2014). Aprendizaje cooperativo y rendimiento académico: ¿por qué funciona el trabajo grupal? *Anales de Psicología*, 30(3), 785–791.
<https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201201>
- Syla, N., & Hodolli, G. (2017). THE TEACHING METHOD NAMED “STARTER-EXPERIMENT-APPROACH” 1. In *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education Природните науки в образованието* (Vol. 26).
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2006). DISEÑO Y VALIDACIÓN DE ACTIVIDADES DE LABORATORIO PARA PROMOVER EL PENSAMIENTO CRÍTICO DE LOS ALUMNOS. In *Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien* (Vol. 3, Number 3).
- UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN CARRERA DE CIENCIAS NATURALES Y DEL AMBIENTE, BIOLOGÍA Y QUÍMICA. (n.d.).
- Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal about Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Education*, 87(1), 112–143.
<https://doi.org/10.1002/sce.10044>

Zhou, C. (2023). The Impact of the Project-Based Learning Method on Students. In
BCP Education & Psychology ERHSS (Vol. 2023).