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 las Ciencias Experimentales, mención en Química y Biología

"Laboratorio Portátil Para La Enseñanza De Química Basada En Indagación Y Desarrollo De Competencias En Estudiantes De Segundo De Bachillerato"

Autor: Palomo Lema Katherin Alexandra

Director -Tutor: Master. Claudia Bravo Castañeda

Quito, febrero 2026

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE APRENDIZAJE, LENGUAS Y COMUNICACIÓN

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Palomo Lema Katherin Alexandra con C.I. 1726658113 autora del trabajo de graduación titulado **"Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato",** previa a la obtención del grado académico de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales, mención en Química y Biología **e**n 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, 09 de febrero de 2026

Firmado electrónicamente por:
KATHERIN ALEXANDRA
PALOMO LEMA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma

Palomo Lema Katherin A.

C.I. 1726658113

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Directora – Tutora del Trabajo de Maestría Titulado: "Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato", presentado por la estudiante Palomo Lema Katherin A., titular de la CI. 1726658113, para optar al Grado de Magíster en Pedagogía de las 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 Aprendizaje, Lenguas y Comunicación.

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

CLAUDIA JENNY BRAVO CASTANEDA
Firmado digitalmente por CLAUDIA JENNY BRAVO CASTANEDA
Fecha: 2026.02.11 08:22:53 -05'00'

Claudia Bravo C.
1717544058
cbravo681@puce.edu.ec
299-1700 Ext. 2744

NOTA:

Se comunica que en el servicio de análisis Turnitin, el referido trabajo de titulación alcanzó el siguiente resultado: 2% índice de similitud con otras fuentes y no uso de IA.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Palomo Lema Katherin A., titular de la Cédula de Identidad Nº 1726658113, declaro que los resultados obtenidos en la investigación, como requisito previo para la obtención del Grado Académico de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales, mención en Química y Biología, son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos, que se desprenden del trabajo de investigación, y luego de la redacción de este documento, son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

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

Firmado electrónicamente por:
KATHERIN ALEXANDRA
PALOMO LEMA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma:

Palomo Lema Katherin A.

C.I. 1726658113

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por concederme la sabiduría, la salud y la determinación necesarias para culminar esta etapa académica. Sin su guía, nada de esto habría sido posible.

A la **Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)**, por abrirme las puertas de su comunidad académica y brindarme las herramientas, los conocimientos y el espacio de crecimiento profesional que hicieron posible esta investigación. Agradezco a su cuerpo docente por la calidad de su enseñanza y su compromiso con la formación integral de sus estudiantes.

Mi gratitud especial a mi tutora, **Mstr. Claudia Bravo Castañeda**, por su orientación profesional, su paciencia y su dedicación durante todo el desarrollo de este trabajo. Sus observaciones, sugerencias y acompañamiento fueron la brújula que guio esta investigación hacia su culminación exitosa. Gracias por su confianza en mi trabajo y por motivarme a alcanzar la excelencia académica.

A la **Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría**, por su apertura y colaboración invaluable para el desarrollo de esta investigación. Agradezco a sus autoridades, docentes y estudiantes por su disposición para participar en este estudio y por facilitar los espacios necesarios para la recolección de datos. Su compromiso con la educación fue un pilar esencial de este proyecto.

A mi familia mis padres **Eduardo** y **Norma**, mi pareja **Edwin**, mis hermanos **Johanna, Richard y Luis**, y mis sobrinos **Alejandra, Mathías, Ana Paula** y el bebé que aún está en gestación, por su comprensión, su paciencia ante mis ausencias y su apoyo emocional incondicional. Ustedes fueron mi fortaleza y mi motivación para no desfallecer.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo y cada momento compartido forman parte de este logro que hoy, con humildad y gratitud, presento.

DEDICATORIA

A Dios, fuente infinita de fortaleza y sabiduría, por guiarme en cada paso de este camino y recordarme que, a pesar de las dificultades, siempre existe una solución cuando se camina con fe y perseverancia.

A mis padres, **Eduardo Palomo** y **Norma Lema Guamaní**, pilares fundamentales de mi vida, por su amor incondicional, sus sacrificios y por haberme enseñado que la educación es el legado más valioso que se puede recibir. Cada logro que alcanzo lleva impreso el esfuerzo y la entrega de ustedes.

A mi compañero de vida, **Edwin Bonilla**, por su paciencia infinita, su apoyo constante y por ser mi refugio en los momentos de agotamiento. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por caminar a mi lado con amor en cada etapa de este proceso.

A mis hermanos, **Johanna**, **Richard** y **Luis**, por su aliento, sus palabras de ánimo y por ser ejemplo de que los lazos familiares se fortalecen cuando nos apoyamos unos a otros. A mis sobrinos, **Alejandra Ñacato**, **Mathías Ñacato**, **Ana Paula Palomo** y a ese pequeño ser que aún está en gestación, cuya llegada llena de esperanza y alegría a nuestra familia, con el deseo de que este esfuerzo sea también inspiración para su futuro.

Con especial cariño y profunda emoción, dedico este trabajo a la memoria de mi abuela, **Isabel Guamaní** (**Chavelita**), quien a su manera siempre se preocupó por mí y veló por mi bienestar. Aunque su reciente partida dejó un vacío inmenso, sé que desde el cielo celebra conmigo este logro.

Porque a pesar de todo, siempre hay una solución. Este trabajo es la prueba de ello.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **III**
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD ..... **V**
RESUMEN ..... **VIII**
ABSTRACT ..... **IX**
INTRODUCCIÓN **1**
CAPÍTULO I **1**
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **1**
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 1
1.1.1. Interrogantes fundamentales de la investigación *4*
1.1.2. Objetivos del proyecto de investigación *5*
Objetivo General. 5
Objetivos específicos. 5
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 5
1.3. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 7
CAPITULO II **9**
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA **9**
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 9
2.2. BASES TEÓRICAS 11
2.2.1. *ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA Y APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN (ABI)* 11
2.2.1.1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS. 11
2.2.1.2. Ventajas del ABI en la enseñanza de la química. 11
2.2.1.3. Modelos y enfoques de indagación en la educación científica. 12
2.2.1.4. Rol del docente y del estudiante en un entorno de indagación. 12
2.2.2. Competencias químicas en el bachillerato General Unificado *13*
2.2.2.1. Definición y clasificación de competencias químicas. 13
Competencias Conceptuales 13
Competencias Procedimentales 13
Competencias Actitudinales 13
2.2.2.2. Importancia del desarrollo de competencias para la formación integral y el perfil del estudiante de 2do BGU. 14
2.2.2.3. Relación entre competencias y metodologías activas como la indagación. 14
2.2.3. Enseñanza experimental en química *15*
2.2.3.1. Rol de la experimentación en la construcción del conocimiento químico. 15

2.2.3.2. Impacto de la experimentación basada en indagación, en la comprensión de conceptos químicos. 16
2.2.3.3. Estudios y evidencias sobre la efectividad de la experimentación guiada por indagación. 16
2.2.4. Limitaciones en la enseñanza de la química en contextos con recursos limitados *17*
2.2.4.1. Problemáticas comunes. 17
Falta y descuido de laboratorios 17
Recursos didácticos limitados 17
2.2.4.2. Consecuencias en el aprendizaje y motivación de los estudiantes. 18
2.2.4.3. Necesidad de recursos innovadores y portátiles para superar estas limitaciones. 19
2.2.5. Laboratorios portátiles en la asignatura de química *19*
2.2.5.1. Definición y evolución de los laboratorios portátiles. 19
2.2.5.2. Características técnicas y pedagógicas. 20
2.2.5.3. Componentes esenciales. 21
2.2.5.4. Diseño universal para el aprendizaje (DUA) aplicado a recursos portátiles. 23
2.2.5.5. Ventajas frente a los laboratorios convencionales. 24
2.2.6. Desafíos y Limitaciones en la Implementación de laboratorios portátiles *24*
2.2.6.1. Barreras técnicas, pedagógicas y lógicas. 24
2.2.6.2. Adaptabilidad a distintos contextos educativos. 25
2.2.6.3. Sostenibilidad y viabilidad institucional. 25
2.3. BASES LEGALES 25
2.3.1. Constitución de la República del Ecuador (2008) *25*
2.3.2. Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) *26*
2.3.3. Currículo Nacional del BGU *26*
2.3.4. Plan Nacional de Desarrollo (2021-2025) *26*
2.3.5. Objetivos de Desarrollo Sostenible *27*
2.4. MARCO CONCEPTUAL 27

CAPITULO III 28

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 28

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN 28
3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN 28
3.3. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN 28
3.4. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN 29
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA 29
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS 30
3.7. PROCESOS METODOLÓGICOS 31
3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 32

CAPITULO IV 37

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS 37

4.1. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS 37
4.2. DIMENSIÓN 1: LIMITACIONES ACTUALES DE INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS .. 37
4.2.1. Estado de la infraestructura para la enseñanza experimental 37
4.2.2. Disponibilidad y clasificación detallada de materiales 37
4.2.3. Reactivos químicos existentes 40
4.2.4. Equipo de Protección Personal (EPP) – estado actual 40
4.2.5. Espacios alternativos 40
4.2.6. Síntesis de Dimensión 1 41
4.3. DIMENSIÓN 2: PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS ACTUALES Y PERCEPCIONES DE ACTORES 42
4.3.1. *METODOLOGÍA ACTUAL EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA* 42
Entrevista semiestructurada docente de Química (20 años experiencia). 42
Análisis de grupo focal: Perspectiva estudiantil. 42
4.3.2. Frecuencia de prácticas experimentales 43
4.3.3. Competencias percibidas mediante experimentación 44
4.3.4. Conocimiento y uso de Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) 45
4.3.5. Motivación actual en Química 47
4.3.6. Expectativas estudiantiles sobre laboratorio portátil 47
4.3.7. Relevancia de Química en vida cotidiana 48
4.3.8. Síntesis de Dimensión 2 49
4.4. TRIANGULACIÓN DE DATOS 50
4.4.1. Matriz de triangulación 50
4.4.2. Análisis de la Triangulación – Convergencias 51
4.4.3. Análisis de la Triangulación – Divergencias 51
4.4.4. Hallazgos importantes 51
4.5. SÍNTESIS DE LIMITACIONES ENCONTRADAS Y SU RELACIÓN CON LA PROPUESTA 52

CAPITULO V 53

PROPUESTA DE DISEÑO DEL LABORATORIO PORTÁTIL 53

5.1. INTRODUCCIÓN 53
5.2. JUSTIFICACIÓN 53
5.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BASADAS EN INVENTARIO REAL 53
5.3.1. *CONTENEDOR/MALETÍN PORTÁTIL* 53
Diagrama esquemático del contenedor portátil. 54
5.3.2. Material laboratorio (100% REUTILIZABLE) 54
5.3.3. Material de soporte (100% REUTILIZABLE) 55
5.3.4. Material de manipulación (100% REUTILIZABLE) 55
5.3.5. Material de calentamiento y evaporación 55
5.3.6. Equipos de medición 56
5.3.7. Reactivos químicos 56
5.3.8. Equipo de Protección Personal 56
5.3.9. Documentación y manuales 57
5.3.10. Costo total revisado de inversión inicial 57
Distribución del presupuesto de inversión inicial. 58

5.4. COMPONENTE PEDAGÓGICO: 10 GUÍAS DE PRÁCTICAS PARA 2.º BGU 58
5.4.1. *ESTRUCTURA GENERAL DE GUÍAS* 58
Diagrama de flujo de las 5 fases del ABI. 59
5.4.2. Guías de prácticas propuestas *59*
PRÁCTICA 1: Reacción de neutralización ácido-base (NaOH + HCl simulado con vinagre). 59
PRÁCTICA 2: Densidad de soluciones (variando concentración de ClNa). 59
PRÁCTICA 3: Reacción de combustión del azufre (observación de cambio químico). 60
PRÁCTICA 4: Propiedades coligativas (destilación simple de agua salada). 60
PRÁCTICA 5: Reacción de carbonatos con ácido (evolución de CO_2). 60
PRÁCTICA 6: Disolución y saturación (temperatura vs. solubilidad). 61
PRÁCTICA 7: Reacción exotérmica controlada (peróxido de hidrógeno + permanganato). 61
PRÁCTICA 8: Prueba de sacarosa con reactivo de Millon (puentes entre Química-Biología). 61
PRÁCTICA 9: Propiedades de jabones (surfactantes) - formación de espuma. 62
PRÁCTICA 10: Preparación de disoluciones estándar (control de concentración). 62
5.4.3. Alineación de prácticas con currículo de 2.º BGU *62*
5.5. COMPONENTE DE GESTIÓN Y SEGURIDAD 63
5.5.1. *MANUAL DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO PORTÁTIL* 63
5.5.2. Protocolo de disciplina y seguridad conductual *63*
5.5.3. Plan de capacitación docente *64*
5.5.4. Plan de implementación en fases *65*
5.5.5. Sostenibilidad operativa *66*
5.6. PLAN DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA 67
5.6.1. Objetivo de la evaluación *67*
5.6.2. Modalidad de evaluación *67*
5.6.3. Indicadores de éxito *67*
5.6.4. Responsables y temporalidad *67*
5.7. CONCLUSIÓN 68
CAPÍTULO VI 68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 68
6.1. CONCLUSIONES 68
6.2. RECOMENDACIONES 70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 71
ANEXOS 80

INDICE DE TABLAS

1 *Rol docente -estudiante en el Aprendizaje Basado en Indagación* 13
2 *Componentes esenciales de un laboratorio portátil* 21
3 Operacionalización de Variables 33
4 Especificación cuantitativa de materiales de plástico – vidrio (REUTILIZABLE) 38
5 Material de soporte (REUTILIZABLE) 38
6 Material de manipulación (REUTILIZABLE) 39
7 Material de calentamiento y evaporación (REUTILIZABLE) 39
8 Material de filtración (REUTILIZABLE) 39
9 Equipos de medición (REUTILIZABLE CON LIMITACIONES) 39
10 Reactivos existentes documentados 40
11 Equipo de Protección Personal (EPP) 40
12 Síntesis Dimensión 1 41
13 Análisis – Entrevista docente de Química 42
14 Análisis Grupo focal 42
15 Análisis Entrevista docentes y Grupo focal (Prácticas experimentales) 43
16 Análisis entrevistas docentes y grupo focal- Competencias por Experimentación ... 44
17 Análisis entrevistas y Grupo Focal (ABI) 45
18 Análisis Grupo Focal - Motivación 47
19 Expectativas laboratorio portátil 47
20 Química en la vida cotidiana 48
21 Síntesis dimensión 2 49
22 Triangulación 50
23 Limitaciones relación con la Propuesta 52
24 Inventario de materiales 54
25 Material de soporte 55
26 Material de manipulación 55
27 Materiales reutilizables 55
28 Equipo de medición 56
29 Reactivos Químicos 56
30 Equipo de Protección Personal 57
31 Documentación y manuales 57

32 Costo Total 57
33 Alineación Currículo 2do BGU 62
34 Manual de Seguridad 63
35 Plan Capacitación Docente 64
36 Plan de implementación 65
37 Asignación de responsabilidades 66
38 Indicadores de éxito - Plan de evaluación propuesta 67

INDICE DE FIGURAS

1 Vista superior y frontal con distribución de compartimentos 54
2 Diagrama de flujo ABI 59
3 Protocolo de Disciplina y Seguridad 64
4 Diagrama de flujo - Fases de implementación 66
5 Diagrama de asignación de responsabilidad 66

INDICE DE GRAFICOS

1 Presupuesto de Inversión Inicial 58

INDICE DE ANEXOS

1 Consentimiento Uso del nombre Institucional 80
2Ficha de Observación Institucional 80
3 Guía de entrevista semiestructurada a autoridades 81
4 Guía de entrevista semiestructurada a Docente de Química 81
5 Guía De Entrevista Semiestructurada A Docente Del Área De Ciencias Naturales ... 82
6 Guía De Grupo Focal Con Estudiantes 83
7 Consentimiento Informado 84
8 Plan de tesis 85

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

Autora: Palomo Lema Katherin A.

Director -Tutor: Claudia Bravo C.

Fecha: Febrero, 09 de 2026

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un laboratorio portátil fundamentado en el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) para el fortalecimiento de competencias químicas en estudiantes de segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría. Se empleó un enfoque cualitativo con diseño de investigación proyectiva, utilizando como técnicas la observación directa institucional, tres entrevistas semiestructuradas individuales (docente de Química, docente de Biología y Vicerrector) y un grupo focal con cinco estudiantes. El diagnóstico reveló la ausencia de un laboratorio funcional durante aproximadamente diez años, la inexistencia de prácticas experimentales en Química, una metodología de enseñanza predominantemente expositiva y niveles bajos de motivación estudiantil. El Vicerrector confirmó que existe la proyección de reabrir un laboratorio, aunque reconoció que el déficit de infraestructura física impide concretarlo. No obstante, se documentó un patrimonio material significativo compuesto por más de noventa y cinco piezas de material de laboratorio y nueve tipos de reactivos químicos almacenados sin uso pedagógico. La triangulación de fuentes confirmó tanto la problemática como la viabilidad de la solución propuesta. La propuesta integra tres componentes: técnico-infraestructural, con especificaciones de contenedor portátil y reutilización de materiales existentes; pedagógico, con diez guías de prácticas estructuradas según las fases del ABI y alineadas al currículo de segundo de BGU; y de gestión, con protocolos de seguridad, plan de capacitación docente y estrategia de sostenibilidad. La inversión requerida se estimó en seiscientos sesenta y nueve dólares. Se concluye que el laboratorio portátil constituye una alternativa viable, económica y pedagógicamente fundamentada para transformar la enseñanza de Química en contextos de recursos limitados.

Palabras clave: Aprendizaje basado en indagación, competencias químicas, enseñanza experimental, laboratorio portátil, recursos limitados.

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

Author: Palomo Lema Katherin A.

Director-Counselor: Claudia Bravo C.

Date: February 09th, 2026

ABSTRACT

This research aimed to design a portable laboratory based on Inquiry-Based Learning (IBL) to strengthen chemistry competencies in second-year General Unified Baccalaureate students at Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría. A qualitative approach with a projective research design was employed, using direct institutional observation, three individual semi-structured interviews (Chemistry teacher, Biology teacher, and Vice-Principal), and a focus group with five students as data collection techniques. The institutional diagnosis revealed the absence of a functional laboratory for approximately ten years, a complete lack of experimental practices in Chemistry, a predominantly expository teaching methodology, and low levels of student motivation. The Vice-Principal confirmed there are plans to reopen a laboratory, although he acknowledged that the lack of physical infrastructure prevents this in the short term. However, a significant material heritage was documented, consisting of more than ninety-five pieces of laboratory equipment and nine types of chemical reagents stored without pedagogical use. Source triangulation confirmed both the problem and the feasibility of the proposed solution. The proposal integrates three components: technical-infrastructural, with portable container specifications and reuse of existing materials; pedagogical, with ten practice guides structured according to IBL phases and aligned with the second-year BGU curriculum; and management, with safety protocols, a teacher training plan, and a sustainability strategy. The required initial investment was estimated at six hundred and sixty-nine dollars. It is concluded that the portable laboratory constitutes a viable, economical, and pedagogically grounded alternative for transforming Chemistry teaching in resource-limited contexts.

Keywords: chemistry competencies, experimental teaching, inquiry-based learning, limited resources, portable laboratory.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Química en el nivel de Bachillerato General Unificado en Ecuador enfrenta limitaciones significativas derivadas de la carencia de laboratorios equipados, la escasez de recursos didácticos y el predominio de metodologías tradicionales que priorizan la memorización sobre la comprensión profunda de los fenómenos químicos.

Los resultados de la evaluación nacional Ser Estudiante 2024, emitidos por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL), evidencian que Ciencias Naturales constituye el área con menor desempeño académico, con puntajes cercanos o inferiores al mínimo establecido de 700 puntos, lo cual refleja deficiencias estructurales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (INEVAL, 2024).

En este contexto, la Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría carece de un laboratorio funcional desde hace aproximadamente diez años, período durante el cual la enseñanza de Química se ha desarrollado de manera exclusivamente teórica, sin prácticas experimentales ni aplicación de metodologías activas. Si bien las autoridades institucionales se proyectan a reabrir un laboratorio, el déficit de infraestructura física impide concretar esta intención. Esta situación motivó la presente investigación, cuyo propósito central fue diseñar un laboratorio portátil fundamentado en el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) como alternativa viable para el desarrollo de competencias químicas en estudiantes de segundo de BGU.

La investigación se estructura en seis capítulos.

El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, incluyendo la formulación contextualizada desde los ámbitos global, nacional e institucional, las interrogantes de investigación, el objetivo general y específicos, la justificación, los alcances y limitaciones del estudio.

El Capítulo II desarrolla la fundamentación teórica mediante antecedentes investigativos, bases teóricas sobre ABI, competencias químicas, enseñanza experimental, limitaciones en contextos con recursos reducidos y laboratorios portátiles, complementadas con las bases legales correspondientes.

El Capítulo III describe la metodología empleada, detallando el enfoque cualitativo, el diseño proyectivo, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y la operacionalización de variables.

El Capítulo IV presenta el análisis e interpretación de los resultados, organizados en dos dimensiones: limitaciones de infraestructura y recursos, y prácticas pedagógicas actuales y percepciones de los actores, incluyendo la triangulación de fuentes.

El Capítulo V expone la propuesta de diseño del laboratorio portátil con sus componentes técnico-infraestructural, pedagógico y de gestión.

Finalmente, el Capítulo VI formula las conclusiones derivadas de los hallazgos y las recomendaciones para la implementación, sostenibilidad y futuras líneas de investigación.

CAPÍTULO I

Planteamiento Del Problema

1.1 Formulación del Problema

Mundialmente la enseñanza de la química presenta desafíos relevantes que dificultan la calidad de la educación científica. Actualmente, la educación química se ha enfocado en replicar la teoría de esta ciencia, convirtiendo la química en un proceso monótono, sin implementar ejemplos pertinentes para la vida cotidiana, lo que ha ocasionado dificultades en la asimilación de conceptos, motivadas por la prioridad de memorizar fórmulas y teorías por encima de la comprensión profunda de los fenómenos químicos (Caballero Galván & Castro Garzón, 2025). Si consideramos a países desarrollados como puntos de referencia, se destaca la disponibilidad de laboratorios equipados correctamente, incluyendo dispositivos modernos, balanzas de precisión, medidores de pH, kits de laboratorio entre otros, lo que permiten aplicar la enseñanza experimental y la investigación científica (Vizcarra Sánchez & Vizcarra Gavilán, 2021).

En contraste países en desarrollo evidencian carencia importante de equipamiento adecuado para laboratorios o espacios, lo cual es un limitante en la enseñanza experimental de la química de modo que se recurre a una enseñanza tradicional y memorística (Recoco et al., 2025). Aunque se cuente con el espacio adecuado el mantenimiento del mismo se presenta como un problema grave; ocasionalmente se encuentra laboratorios en países en desarrollo con equipos y materiales sin uso por fallas mecánicas o desgastados por su mal uso ya que no existe personal capacitado para mantener en buenas condiciones los laboratorios.

Aunque se haya implementado en varios currículos y estándares internacionales en más de una década, el Aprendizaje Basado en Indagación aún sigue siendo limitada su aplicación en las aulas (Jegstad, 2024). Las razones por su desaprovechamiento no solo implican en la falta de recursos o los mencionados, sino que la percepción de los docentes frente al ABI también es clave para su aplicación, además que no existe capacitación profesional para implementarlo correctamente (García-Ruiz et al., 2021).

El Aprendizaje Basado en Indagación es una metodología activa que es compatible con el método científico, donde los estudiantes construyen su propio

conocimiento científico a través de una serie de pasos esquematizados como la formulación y prueba de hipótesis, experimentación, observaciones, análisis y reflexión (Twizeyimana et al., 2024). La metodología favorecerá en el desarrollo de las habilidades metacognitivas, pensamiento crítico, resolución de problemas y trabajo cooperativos entre los estudiantes (Diaz Linares, 2023). Sin embargo, varios estudios indican que los docentes carecen de conocimiento o técnicas para implementar la metodología, aún más si no se cuenta con las instalaciones adecuadas de laboratorios, equipos insuficientes, limitación de libros y hasta las aulas sobrepobladas entre otros limitan la correcta aplicación (Cheruiyot et al., 2021).

En el contexto ecuatoriano, los datos emitidos por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL), indican resultados preocupantes ya que en la evaluación nacional Ser Estudiante 2024, aplicada a 47.339 estudiantes de 1.187 instituciones educativas, muestran que Ciencias Naturales fue la asignatura con peor desempeño en Educación Básica, con un promedio de 679 puntos, por debajo de mínimo establecido de 700 puntos. En tanto a nivel de bachillerato el tercer año en Química se mantuvo en 699 puntos, siendo un puntaje bajo de los registros prepandemia que bordean entre 698 y 701 puntos (INEVAL, 2024). Por lo tanto, estos puntajes bajos en el área de las Ciencias Naturales, en específico en Química, es indicativo de falencias significativas en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En Ecuador hay una carencia significativa de materiales y laboratorios adecuados para uso de prácticas experimentales, en especial en instituciones educativas ubicadas en áreas rurales y de bajos recursos (Intriago Terán et al., 2025). Actualmente existen muchas instituciones educativas que no cuentan con un laboratorio equipado para la experimentación, o carencias de material de laboratorio, reactivos e infraestructura acorde a la experimentación. Se ha destinado frecuentemente al área de experimentación (laboratorios) a bodegas o utilizados con aulas para cubrir la demanda de espacio, limitando la experimentación en la asignatura de química (Silva Cujano, 2023).

Para el Aprendizaje Basado en Indagación es imprescindible los recursos didácticos, guías de laboratorio, reactivos y equipos. Su falta provoca que la enseñanza sea básicamente teórica, limitando el uso y realización de prácticas de laboratorio dando

como resultado dificultades en la comprensión de conceptos complejos de química (Chonillo-Sislema et al., 2024). Investigaciones en Ecuador, indican que más del 50% de los estudiantes mantienen un nivel bajo en la asignatura de química, se asocia los resultados directamente a las limitaciones de infraestructura (laboratorios), equipamiento, materiales y reactivos (Arteaga Herrera, 2022).

El Ministerio de Educación (2006) indica que en el currículo nacional el desarrollo de competencias científicas como el pensamiento crítico, la experimentación y la aplicación del método científico, la implementación del Aprendizaje Basado en Indagación en química es mínima en las instituciones educativas ecuatorianas. Se destaca en investigaciones que los docentes utilizan metodologías predominantes enfocadas en ser conductistas y tradiciones que impiden el desarrollo de habilidades científicas (Pino, 2020).

La falta de prácticas experimentales limita significativamente el interés y la participación activa de los estudiantes, provocando un impacto negativo en el rendimiento académico y la motivación hacia la asignatura. En el momento que la química se explica solamente de manera teórica y desligada de la cotidianidad, la química resulta una asignatura extremadamente aburrida, confusa e irrelevante, provocando pérdida de interés de los estudiantes, limitando a un aprendizaje a un nivel memorístico no comprensivo, reduce la motivación y la participación activa en clases (Orrego Riofrío et al., 2019). Por lo tanto, la disminución de prácticas de laboratorio impide la formación de habilidades científicas básicas, una equívoca aplicación del método científico, restricción en el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas (Silva Cujano, 2023). En la Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría, la situación es concreta y urgente, carece de un laboratorio tradicional equipado para la enseñanza experimental de química, limitando significativamente las posibilidades de la implementación de metodologías activas como el ABI. Los estudiantes de segundo de BGU, en su formación como bachilleres en ciencias, carecen de experiencias prácticas que vinculen la teoría química con fenómenos observables, limitando su capacidad para manipular sustancias, medir variables y diseñar experimentos basados en hipótesis y reflexión crítica. Esta ausencia de infraestructura y recursos adecuados impide el desarrollo de las competencias químicas esenciales establecidas en el perfil de salida del BGU: conceptuales (dominio de teorías y

principios), procedimentales (aplicación del método científico y manejo técnico) y actitudinales (curiosidad, ética, seguridad y conciencia ambiental), comprometiendo su formación integral.

La enseñanza se desarrolla predominantemente mediante clases expositivas teóricas, con uso limitado de recursos audiovisuales o simulaciones digitales, sin lograr involucrar activamente a los estudiantes en procesos de indagación, experimentación y construcción autónoma del conocimiento científico. La convergencia de factores globales como la crisis en la enseñanza experimental de la química y el desuso del ABI, enfatizando en los resultados bajos de las evaluaciones del INEVAL 2024, como la carencia de laboratorios equipados en Ecuador e implementación del ABI en instituciones educativas locales, es un escenario educativo que requiere de soluciones didácticas innovadores, accesibles y adaptadas al contexto de las instituciones educativas ecuatorianas.

Es por ello que se propone el diseño de un laboratorio portátil fundamentado en el Aprendizaje Basado en Indagación como recurso didáctico alternativo que aporte una solución viable, económica y pedagógicamente sólida a las limitaciones de espacios, motivación y recursos materiales. Permitirá que los procesos de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de química sean más óptimos tanto en el rendimiento académico como en la motivación y el compromiso de los estudiantes, demostrando que la química puede enseñarse de manera didáctica, significativa y activa, incluso en contextos de recursos limitados. El diseño, al ser accesible, flexible, pedagógicamente fundamentado en principios del ABI y adaptable a diferentes contextos educativos, aportará significativamente no solo a la institución educativa específica, sino que será replicable y transferible a otras instituciones del Ecuador que enfrentan limitaciones similares, contribuyendo así a la mejora de la calidad de la educación científica en el país.

1.1.1. Interrogantes fundamentales de la investigación

- ¿Cómo el diseño de un laboratorio portátil basado en la indagación contribuirá al desarrollo de competencias químicas en estudiantes de segundo de bachillerato de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría?

- ¿Cuáles son los fundamentos teóricos y didácticos del aprendizaje por indagación aplicados a la enseñanza de Química en estudiantes de segundo de bachillerato?
- ¿Cómo el uso de laboratorios y recursos didácticos influyen en el aprendizaje por indagación de la Química en estudiantes de segundo de bachillerato?
- ¿Qué aportes representa el diseño de un laboratorio portátil para la enseñanza de la química, considerando limitaciones, desafíos y su adaptabilidad a diferentes contextos educativos?
- ¿Cuáles son las necesidades, percepciones y limitaciones actuales que enfrentan docentes y estudiantes de segundo bachillerato en relación con la enseñanza experimental de la química?

1.1.2. Objetivos del proyecto de investigación

Objetivo General.

Diseñar un laboratorio portátil fundamentado en la indagación para el fortalecimiento de competencias químicas en estudiantes de 2do BGU de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría.

Objetivos específicos.

1. Identificar los fundamentos teóricos del aprendizaje basado en indagación y las competencias químicas en estudiantes de 2do BGU de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría.
2. Diagnosticar la disponibilidad de laboratorios y recursos utilizados en la enseñanza de la Química en estudiantes de 2do BGU de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría.
3. Elaborar la propuesta de diseño de un laboratorio portátil y su material didáctico, integrando estrategias de indagación considerando limitaciones, desafíos y su adaptabilidad a diferentes contextos educativos.

1.2. Justificación de la investigación

La investigación se fundamenta en la importancia del Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) como metodología pedagógica para el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de bachillerato. Investigaciones previas mencionan que el ABI aumenta el interés, motivación, participación activa y mejora el rendimiento académico

en química en contraste con otros métodos tradicionales. Sin embargo, pese a su evidencia la implementación del ABI en las aulas es limitada, en especial en contextos educativos con recursos limitados como en el Ecuador (Jegstad, 2024), (García-Ruiz et al., 2021).

Las limitaciones mencionadas y los resultados proporcionados por el INEVAL los cuales son críticos por debajo del mínimo de 700, sin presentar mejora. Esta situación refleja no solo deficiencias en la metodología sino también la ausencia de prácticas experimentales que permitan el aprendizaje significativo. La aplicación del ABI son precursores de la necesidad de desarrollar recursos didácticos innovadores que permitan su correcta aplicación. Las limitaciones infraestructurales impiden la experimentación de la ciencia. El laboratorio portátil es una respuesta concreta y fundamentada teóricamente a esta problemática. Más aún cuando los laboratorios han sido reconvertidos en bodegas o aulas por falta de espacio físico y mantenimiento, imposibilitando su uso pedagógico.

La Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría representa uno de varios casos de esta problemática. La institución carece completamente de laboratorio tradicional equipado para la enseñanza experimental de química, limitando significativamente la posibilidad de que estudiantes de segundo de bachillerato realicen prácticas experimentales. Esta ausencia de infraestructura, sumada a otras limitaciones, impide la construcción o adecuación de un laboratorio convencional, dejando a docentes y estudiantes sin alternativas para desarrollar competencias experimentales fundamentales.

Se ha demostrado que la aplicación del ABI se puede lograr el 75% en dominio de temas complejos como reacciones químicas, equilibrio químico y estequiometria, en comparación con metodologías tradicionales. Además, la experimentación guiada por la indagación estimula la curiosidad, pensamiento crítico, autonomía de los estudiantes y la aplicación de conocimientos en contextos diversos. El ABI fortalece competencias conceptuales (dominio de contenidos químicos), procedimentales (aplicación del método científico) y actitudinales (compromiso ambiental, responsabilidad ética y curiosidad científica). La propuesta del laboratorio portátil surge como una solución didáctica, pedagógicamente fundamentada e innovadora integrando dos elementos clave

que son la accesibilidad infraestructural mediante el diseño portátil y de bajo costo y el rigor pedagógico que integra el aprendizaje basado en la indagación. Así también es viable ya que es accesible al usar materiales disponibles de bajo costo, al ser compacto permite la experimentación en varios espacios como aulas, patios. Compatible con principio de Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) puesto que permite adaptaciones para diferentes estilos y necesidades.

Esta investigación documenta y fundamenta teóricamente el diseño y uso de laboratorios portátiles como estrategias de inclusión educativa en Ecuador, desarrolla un protocolo replicable de diseño de laboratorio portátil basado en principios pedagógicos. Proporciona de material didáctico como guías que permiten la implementación correcta de un laboratorio portátil. Contribuyendo al cumplimiento de los lineamientos curriculares ecuatorianos del Bachillerato General Unificado. Los estudiantes de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Juan Pablo II tendrán acceso a experiencias practicas significativas, motivando a los estudiantes para una mejor comprensión de conceptos, acceso a un recurso pedagógico innovador, herramientas de enseñanza flexible y adaptable, es una gran oportunidad de implementar metodologías activas sin dependencia de infraestructura costosa, capacitación en uso e integración del ABI, y mejora en su práctica docente.

1.3. Alcances y limitaciones de la investigación

La presente investigación se planteó alcanzar:

- Revisión teórica exhaustiva sobre Aprendizaje Basado en Indagación (ABI), competencias químicas en bachillerato, laboratorios portátiles y su aplicabilidad en contextos educativos con recursos limitados.
- Diagnóstico contextual de la situación actual de la enseñanza experimental de Química en 2.º BGU de la UE Juan Pablo II, identificando infraestructura, recursos, prácticas pedagógicas, limitaciones, necesidades y percepciones de docentes y estudiantes.
- Diseño integral de laboratorio portátil que incluyó especificaciones técnicas, listado de materiales, reactivos seguros, guías didácticas basadas en indagación, estrategias pedagógicas curriculares, consideraciones de seguridad y recomendaciones de adaptabilidad.

- Evaluación de factibilidad técnica, económica, pedagógica e institucional de la propuesta diseñada.

La investigación presentó las siguientes limitaciones que definieron claramente su alcance:

- Alcance metodológico: Se limitó al diseño de la propuesta de laboratorio portátil, sin incluir implementación piloto, evaluación experimental del impacto en competencias químicas, ni medición cuantitativa de mejoras en rendimiento académico.
- El diagnóstico contextual se realizó específicamente en la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría. Aunque la propuesta de diseño se fundamentó en principios generalizables y adaptables, los resultados del diagnóstico fueron particulares de esta institución.
- La investigación se desarrolló durante el período lectivo 2025-2026, lo que determinó la disponibilidad de participantes y condiciones institucionales observadas.
- Si bien la propuesta consideró principios de adaptabilidad a diferentes contextos educativos, la validación de esta transferibilidad requeriría estudios complementarios en otras instituciones.
- La investigación no midió el impacto real del laboratorio portátil en el desarrollo de competencias químicas, ya que esto habría requerido implementación efectiva, diseño cuasi-experimental con grupos control y experimental, evaluaciones pre-test y post-test, y período prolongado de aplicación.
- Las técnicas cualitativas aplicadas (observación, entrevistas, grupo focal) proporcionaron información rica sobre percepciones y contexto, pero no generaron datos cuantitativos sobre niveles actuales de competencias químicas.

CAPITULO II

Fundamentación Teórica

2.1.Antecedentes de la investigación

El estudio realizado por (Chonillo Sislema, 2025), menciona que mediante una revisión sistemática bajo protocolo PRISMA, determinó que los kits experimentales no solo fortalecen habilidades científicas clave —como la observación, formulación de hipótesis y manejo instrumental—, sino que también elevan la motivación y el rendimiento académico. El estudio concluye que la portabilidad, seguridad y bajo costo de mantenimiento de estos recursos los convierten en una solución viable y eficaz para la enseñanza de la Química en contextos ecuatorianos con recursos limitados, recomendando su integración formal en la planificación curricular

El estudio realizado por (DelgadoSoto et al., 2025), investigaron el efecto de tareas experimentales contextualizadas en la motivación de estudiantes de Química mediante un diseño cuasiexperimental con 60 participantes. Tras 14 semanas de intervención centrada en fenómenos reales como la oxidación del acero, se registró un incremento del 39,63% en la motivación del grupo experimental. Las pruebas estadísticas (Z de Wilcoxon = -6,121; $p < 0,05$) confirmaron mejoras significativas en el interés, la autoeficacia y la valoración de la tarea, concluyendo que la contextualización experimental es determinante para elevar el rendimiento y promover aprendizajes significativos.

El estudio realizado por (Urquizo Cruz & Poma Pardo, 2023), indican como implementaron un laboratorio portátil con estudiantes de segundo de Bachillerato de la Unidad Educativa Milton Reyes, bajo un diseño cuasiexperimental. Sus hallazgos demostraron que esta herramienta es factible y eficaz para mejorar el aprendizaje de la Química, generando además un alto grado de satisfacción estudiantil. El estudio valida al laboratorio portátil como un recurso didáctico viable para instituciones ecuatorianas con recursos limitados, estableciendo un precedente directo de factibilidad para la presente investigación.

El estudio realizado por (Pico, 2022), investigó la implementación de prácticas pedagógicas 'silvestres' en la enseñanza de Química para primer año de Bachillerato,

empleando un enfoque mixto. El estudio evidenció que las metodologías tradicionales limitan significativamente el interés estudiantil, confirmando la necesidad imperativa de incorporar experiencias prácticas y dinámicas. Se concluye que las estrategias activas y contextualizadas superan a los métodos convencionales al momento de generar motivación y aprendizajes efectivos en la asignatura.

El estudio realizado por (Ramos Caballero et al., 2025), evaluaron el desarrollo de competencias científicas mediante **metodologías activas** con base en neurodidáctica en estudiantes de media académica (grados 10° y 11°) en San Pedro de los Milagros, Colombia, usando un diseño cuasiexperimental cuantitativo con 136 participantes (68 experimental y 68 control). La intervención, aplicada durante 6 meses, se organizó en cuatro momentos por clase: activación cerebral (5%), motivación (5%), metodologías activas (80%) y repaso (10%). Los resultados evidenciaron una mejora mayor en el grupo experimental (+28,2%) frente al control (+12,6%), destacando incrementos en uso comprensivo del conocimiento científico (+67,06%), indagación (+42,36%) y explicación de fenómenos (+44,7%). En conclusión, las metodologías activas (ABP, proyectos, simulación, V de Gowin, estudios de caso y aula invertida) superan enfoques tradicionales y, integradas con neurodidáctica y constructivismo, favorecen la consolidación de aprendizajes y competencias científicas.

El estudio realizado por (Guiñanzaca Vaca, 2025), menciona que investigó el impacto de estrategias activas en la formación de competencias científicas en estudiantes universitarios de Física y Química mediante un diseño cuasiexperimental mixto con 148 participantes, aplicando el modelo 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) durante un semestre. La intervención, que incluyó Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), aprendizaje cooperativo y simulaciones (PhET, Labster), resultó en un desempeño superior del grupo experimental (media de 78,07 vs. 67,48 en el control) y una mayor homogeneidad en los resultados. El 95,2% de los estudiantes valoró las estrategias como efectivas o muy efectivas, mientras que los docentes reportaron un aumento en el compromiso y pensamiento crítico. El estudio concluye que las metodologías activas son esenciales para la educación superior en ciencias experimentales y recomienda su adopción institucional, apoyada en tecnologías emergentes y capacitación docente.

La propuesta de diseño de un laboratorio portátil basado en indagación para estudiantes de 2do BGU está respaldada por evidencia científica sólida. Es pedagógicamente fundamentada, viable en contextos con recursos limitados, potencialmente muy efectiva para desarrollar competencias químicas, y altamente pertinente para la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría. Los precedentes ecuatorianos mencionan que la interpretación de resultados cuantitativos (incrementos 28-40%) y la validación de expertos confirman su viabilidad y alto potencial de impacto.

2.2.Bases Teóricas

2.2.1. *Enseñanza de la química y aprendizaje basado en la indagación (ABI)*

2.2.1.1.Definición y características.

El Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) es una metodología activa vinculada al método científico en la que los estudiantes construyen conocimiento mediante etapas esquematizadas: formulación y prueba de hipótesis, experimentación, observación, análisis de resultados y reflexión crítica sobre fenómenos naturales(Twizeyimana et al., 2024). En este enfoque, los estudiantes asumen el rol de investigadores, enfrentando y resolviendo problemas que desarrollan habilidades de pensamiento de orden superior como analizar, evaluar y aplicar conceptos. La integración del ABI con procedimientos estructurados facilita una comprensión profunda y práctica de la ciencia (Balderrama Campos & Padilla Martínez, 2019).

Entre las características del ABI se menciona que se debe centrar el aprendizaje en los estudiantes, incentiva el aprendizaje activo, cooperativo, la autonomía en la solución de problemas por ende el desarrollo del pensamiento crítico, sin embargo el análisis y la reflexión necesita de tiempo para lograrlo (Gómez, 2013).

2.2.1.2.Ventajas del ABI en la enseñanza de la química.

Los estudiantes se favorecen del ABI ya que mejora el rendimiento académico y la capacidad para resolver problemas. Además de desarrollar habilidades científicas y aplicar el método científico, incentiva la motivación y el compromiso de los estudiantes hacia la adquisición del conocimiento implica que sean protagonistas activos en la investigación y resolución de problemas (Nzomo et al., 2023). Proporciona una visión clara de conocimientos teóricos al relacionarlos con su aplicación práctica, lo que promueve el desarrollo de habilidades metacognitivas, pensamiento crítico, además,

desarrolla competencias como el trabajo cooperativo (Torres-Toukoumidis et al., 2020). Lo que ayudara a los estudiantes a prepararse para enfrentar y solucionar problemas cotidianos con criticidad y actitud investigativa.

2.2.1.3.Modelos y enfoques de indagación en la educación científica.

Se reconocen varios modelos de ABI, existe la indagación guiada donde el docente orienta el proceso, la indagación abierta, entiéndase que los estudiantes diseñan y aplican sus propias investigaciones. Entre los enfoques se incluyen los experimentos prácticos, estudios de casos, aprendizaje basado en proyectos entre otros (Urdanivia Alarcón et al., 2023). Aunque sea muchos los modelos y enfoques que se implementan en la indagación, se debe adaptar según el nivel de los estudiantes.

Como, por ejemplo:

Indagación dirigida por el docente: El docente es un guía para el estudiante (guía la formulación de preguntas, apoya con la estructura de la investigación).

- **Indagación dirigida por los estudiantes:** Ellos son los protagonistas, donde formulan sus propias preguntas y diseñan su investigación.
- **Co-investigación entre docentes y estudiantes:** Un trabajo conjunto y cooperativo para el planteamiento y desarrollo de la investigación.

Se debe destacar el proceso normal del ABI el cual se compone de pasos estructurados como: Planteamiento y formulación de preguntas e hipótesis, su validación o refutación a través de la experimentación, interpretación y construcción de conocimiento (Torres-Toukoumidis et al., 2020).

2.2.1.4.Rol del docente y del estudiante en un entorno de indagación.

En el ABI el docente es un guía y mediador del aprendizaje así ayudara a que los estudiantes reflexionen. En cambio, el estudiante es el elemento activo ya que el "realiza el trabajo" formula, diseña coopera con sus pares para la construcción de su propio conocimiento. Sin embargo, como lo indica (Cheung, 2008), es necesario la actualización docente para que la implementación del ABI sea correcta.

Para mayor explicación se detalla los roles:

Tabla 1

1 *Rol docente -estudiante en el Aprendizaje Basado en Indagación*

Docente:	Estudiante:
- Facilitador – guía – orientador. - Promueve un ambiente favorable para la experimentación. - Otorga el tiempo necesario para la asimilación del conocimiento. - Incentiva la formulación de hipótesis y preguntas. - Estimula la reflexión y el pensamiento crítico.	- Investigador dinámico. - Aplica el método científico. - Se empodera de su aprendizaje. - Desarrollo de autonomía, curiosidad y análisis crítico.

Nota. Adaptado de "Facilitar a los profesores de química la implementación del trabajo de laboratorio basado en la investigación", por Cheung, 2008, Springer, 6(1), p. 107–130.

2.2.2. Competencias químicas en el bachillerato General Unificado

2.2.2.1.Definición y clasificación de competencias químicas.

Es un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que aportara significativamente a los estudiantes a comprender, aplicar y mantener la motivación en la química en diferentes contextos. Además de contribuir en su formación encaminados a la resolución de problemas sociales, científicos y tecnológicos cotidianos y actuales.

Se desarrollan las competencias tres categorías:

Competencias Conceptuales

Enfatiza en el dominio de conceptos, teorías y principios químicos fundamentales, demás del uso correcto de lenguaje científico, nomenclatura y formulación de compuestos, incluyendo temas necesarios como: la materia, tipos de reacciones, estequiometria y procesos químicos e implicaciones (Volkova, 2018).

Competencias Procedimentales

Aplicación del método científico (formulación de hipótesis, experimentación, resolución de problemas), para el desarrollo de prácticas experimentales de química, así también la manipulación de equipos, organización del área de trabajo, fomentando responsabilidad, trabajo cooperativo y pensamiento crítico enfatizados en la resolución de problemas (Sigmann, 2018).

Competencias Actitudinales

Mantener optimismo, responsabilidad ética, trabajo cooperativo, curiosidad científica, compromiso ético, social y ambiental en relación de la química, así también

reconocer la importancia de la química en la sociedad y el ambiente (Ministerio de Educación, 2016).

2.2.2.2. Importancia del desarrollo de competencias para la formación integral y el perfil del estudiante de 2do BGU.

El desarrollo de competencias en estudiantes de bachillerato es fundamental para su formación integral, fomentando la comprensión científica y habilidades clave como la resolución de problemas, la comunicación y la toma de decisiones, lo cual forma jóvenes autónomos y críticos alineados con el perfil de egreso del Bachillerato General Unificado (BGU) (Manarisip et al., 2023). En Ecuador, el currículo establece que el desarrollo de competencias químicas en 2.º de BGU es indispensable, ya que vincula el aprendizaje disciplinar con el crecimiento intelectual, ético y social, promoviendo la autonomía y la capacidad crítica frente a problemas cotidianos. Asimismo, incentiva la creatividad y la construcción de aprendizajes significativos, contribuyendo a un perfil académico y profesional competitivo y socialmente responsable (Ministerio de Educación, 2013).

Instruye a los estudiantes en contenidos científicos-técnicos, adaptabilidad a escenarios cambiantes y habilidades investigativas, indispensables para estudios superiores y campos. Propiciando la sostenibilidad, conservación ambiental y bienestar social, a través de compromiso y comprensión de la importancia de la química en la sociedad y la vida cotidiana (Ministerio de Educación, 2016).

2.2.2.3. Relación entre competencias y metodologías activas como la indagación.

Al colocar al estudiante como protagonista central de su proceso de aprendizaje en las metodologías activas como la indagación, potencia el desarrollo de competencias química, en la adquisición de conocimiento, habilidades experimentales, pensamiento crítico y actitudes científicas, integrando las dimensiones de competencias que son: conceptuales, procedimentales y actitudinales. Se puede indicar que facilita el aprendizaje significativo, fomentando la motivación y el interés por la química (Sulistina et al., 2021). Las metodologías activas (ABI) potencia el desarrollo de competencias químicas de la siguiente manera: Promueven el aprendizaje significativo, a través de la experimentación (experiencia) y análisis crítico. Los estudiantes

construyen su propio conocimiento a través de la investigación y resolución de problemas (Torres-Toukoumidis et al., 2020).

Estimulan competencias conceptuales (contenido científico), las procedimentales (técnicas y herramientas) y actitudinales (autonomía, curiosidad científica y responsabilidad) (Encarnación et al., 2024). Integran la fundamentación teórica con la práctica en situaciones reales, incentivando la participación y motivación para resolver problemas (Rojas et al., 2024). Además, fortalecen habilidades socio - comunicativas como la cooperación, empatía y argumentación asertiva, acorde al perfil de egreso de un estudiante de bachillerato y lo que requiere la sociedad.

2.2.3. Enseñanza experimental en química

Es fundamental la experimentación en la formación química, los estudiantes construyen su conocimiento al aplicar el método científico. Basada en la indagación profundiza en el proceso de aprendizaje significativo y desarrollo de habilidades científicas.

2.2.3.1. Rol de la experimentación en la construcción del conocimiento químico.

Es el **núcleo de la química** como lo indica (Saidanvar & Farkhod, 2022), ya que plasma el conocimiento teórico en experiencias prácticas, facilitando la retención y comprensión del conocimiento. Relacionado el aspecto emocional y cognitivo. Para un aprendizaje significativo y permanente. Como lo indica (Avecillas Guzmán et al., 2024), al manipular sustancias y observar reacciones, se desarrollan habilidades científicas y uso correcto del método científico.

Por los tanto, las practicas experimentales implica a los estudiantes a trabajar activamente en la construcción del conocimiento promoviendo la exploración, reflexión y resolución de problemas.Así también se reconoce que los laboratorios son áreas adecuadas para "**aprender ciencia haciendo ciencia**", los estudiantes tiene la facilidad de desarrollar competencias relacionadas con el método científico, pensamiento crítico y curiosidad científica (Espinosa-Ríos et al., 2016).

2.2.3.2. Impacto de la experimentación basada en indagación, en la comprensión de conceptos químicos.

La correcta experimentación por indagación estimula la curiosidad, pensamiento crítico y autonomía. El objetivo es que no solo sigan instrucciones, sino que planean interrogantes, tengan la capacidad de diseñar experimentos y discutir resultados (Cevallos & Toala-Vera, 2024). Además, ayuda a mejorar la comprensión de temáticas como reacciones químicas, soluciones o los cambios de estado, comprendiendo la ciencia y sean capaces de usar las nuevas habilidades en otras asignaturas y contextos (Wang, 2024). Por lo tanto, los estudiantes tendrán un mejor rendimiento académico y mejorando la capacidad de comprender fenómenos químicos usando un lenguaje científico.

Entren las ventajas de la experimentación basado en el ABI favorecen la comprensión por ejemplo en las reacciones químicas: Los estudiantes dominan conceptos complejos y confusos. Mediante la indagación expresa conceptos con un dominio conceptual más complejo. También en las soluciones y cambio de estado: Permite que los estudiantes comprendan procesos complejos es decir existe una traducción entre lo teórico a lo práctico (Bravo & Macías, 2025). Por lo tanto, se evidencia mayores logros en las evaluaciones en conceptos como: reacciones, equilibrio químico y estequiometria, logrando un real contraste con prácticas tradicionales.

2.2.3.3. Estudios y evidencias sobre la efectividad de la experimentación guiada por indagación.

Se ha reconocido que la experimentación basada en la indagación aumenta la motivación, participación y rendimiento académico en la asignatura de química en comparación con los métodos tradicionales (Ramadani & Pejchinovska-Stojkovikj, 2023). Por lo tanto, los estudiantes son capaces de mejorar académicamente, mantiene una mejor retención de conceptos y desarrollan habilidades prácticas, es necesario indicar que una correcta formación docente es importante en el éxito de la aplicación.

Existe estudios que indican la efectividad del aprendizaje experimental basado en la indagación. En la investigación realizada a estudiantes que cursaban el bachillerato los resultados obtenidos indican que los que participaron en las prácticas de laboratorio

basadas en la indagación mostraron superioridad en la comprensión de conceptos y dominio de la química, alcanzando un 75% de logro (Faicán-Juca et al., 2024).

Otro estudio indica que aumenta significativamente el interés, motivación y la participación de los estudiantes, en los resultados de pre y post evaluaciones en disoluciones químicas específicamente se evidencio asimilación de conceptos complejos y mejora en el desempeño académico (Zambrano Rivas & Batista Zaldívar, 2024).

La correlación entre investigación abierta en los laboratorios y el aprendizaje de la química confirma la idea que trabajar con ABI promueve la adquisición de conocimientos científicos complejos, desarrollo de habilidades investigativas, pensamiento crítico y aplicar las mismas en diferentes contextos. (Linares, 2024).

2.2.4. Limitaciones en la enseñanza de la química en contextos con recursos limitados

2.2.4.1.Problemáticas comunes.

Falta de laboratorio equipados y la falta de recursos didácticos son los principales inconvenientes en la enseñanza de la química. Muchas instituciones educativas no cuenta con laboratorios o simplemente carecen de materiales o reactivos para realizar prácticas de laboratorio en consecuencia de recursos limitados, falta de formación docente o falta de compromiso en el uso de docentes y estudiantes, lo que dificulta la experimentación, por ende la comprensión de conceptos complejos, además el tiempo es limitado para un experiencia completa (Cheruiyot et al., 2021).

Falta y descuido de laboratorios

En áreas rurales de bajos recursos, carecen de laboratorios equipados, material de laboratorio – reactivos e infraestructura adecuada para la experimentación. Los laboratorios han sido destinados a ser áreas de bodega o aulas para cubrir demanda de espacio, dificultando la experimentación (prácticas de laboratorio) en la asignatura de química(Silva Cujano, 2023).

Recursos didácticos limitados

Existe falta de material didáctico, guías, reactivos y equipos indispensables en el ABI. Provocando que la enseñanza sea básicamente teórica, de modo que no se realizan prácticas de laboratorio por lo tanto no se comprende conceptos complejos de química

(Chonillo-Sislema et al., 2024). Es necesario mencionar las competencias del sigo XXI, se relacionan con las tecnologías por lo tanto la falta de tecnologías educativas es también una problemática. En Ecuador, el acceso a herramientas digitales pedagógicas limita que los docentes encuentren estrategias de pedagógicas o estilos de aprendizaje (Ocampo Jaramillo, 2024).

2.2.4.2.Consecuencias en el aprendizaje y motivación de los estudiantes.

La falta de prácticas experimentales, reduce el interés y participación activa de los estudiantes, generando un impacto negativo en el rendimiento académico y motivación. Por ejemplo, como lo indica (Mercier et al., 2021), en las clases virtuales impartidas en pandemia no existía interacción directa con los estudiantes lo que provocó una desmotivación y escaza comprensión de conceptos básicos.

- **Desmotivación. -**En química cuando se explica solamente teóricamente y desvinculada de la cotidianidad, se convierte en una asignatura sumamente aburrida, confusa e irrelevante. Provocando pérdida del interés de los estudiantes por la asignatura, ocasionado que el aprendizaje sea memorístico y no compresivo, así también baja motivación y menor participación activa en clases (Orrego Riofrío et al., 2019).
- **Dificultad de comprensión conceptual. -** La ausencia de prácticas de laboratorio en la planificación docente, ocasiona que los estudiantes no evidencien procesos y experimenten fenómenos químicos, dificultando el aprendizaje significativo, siendo olvidado después de la evaluación (Aragón Rodelo, 2024).
- **Rezago académico. -** Según investigaciones en Ecuador más del 50% de los estudiantes tienen un nivel bajo en la asignatura de química, se asocia a las limitaciones de infraestructura (laboratorios), equipo, materiales y reactivos. Sin embargo, la mejora de estrategias didácticas y recursos han mejorado la comprensión y rendimiento académico (Arteaga Herrera, 2022).
- **Disminución en habilidades prácticas. -** La disminución de prácticas de laboratorio impide la formación de habilidades científicas básicas, uso correcto del método científico, pensamiento crítico y capacidad de resolución de problemas(Silva Cujano, 2023).

2.2.4.3.Necesidad de recursos innovadores y portátiles para superar estas limitaciones.

Es necesario la implementación de recursos didácticos innovadores, accesibles y portátiles. El uso de materiales que se encuentran en la casa o son fácil de adquirir, por ejemplo, en la elaboración de modelos moleculares con palillos de bambú y soya. Que además es una idea innovadora es económico y ecológico (Neupane et al., 2021). De modo que los estudiantes se familiaricen y sea fácil aplicar la teoría con la práctica.

Acorde a las competencias del sigo XXI, la incorporación de tecnologías educativas aportara y apoyara al proceso de aprendizaje, a través de simuladores, laboratorios virtuales, aplicaciones, recursos multimedia y plataformas interactivas. Permitirá a los estudiantes a relacionarse con procesos experimentales de forma virtual, motivando a los estudiantes convirtiendo las clases en dinámicas y participativas (Yánez Romero, 2024). Para superar las limitaciones se debe contar con la creatividad y formación de los docentes, uso alternativo de materias y accedo a las tecnologías, se podría mejorar el aprendizaje por ende la motivación y aprendizaje significativo, además de acceso a recursos permitirá adaptarse a la realidad de la institución educativa (Ocampo Jaramillo, 2024).

2.2.5. Laboratorios portátiles en la asignatura de química

2.2.5.1.Definición y evolución de los laboratorios portátiles.

Son sistemas compactos y móviles, permitiendo realizar prácticas experimentales fuera de un laboratorio tradicional, favoreciendo la enseñanza experimental. La actualización de los laboratorios portátiles se basa en la miniaturización de equipos, uso de tecnologías digitales y plataformas que ayuden en el análisis fuera del laboratorio (Manzano et al., 2022).

Asimismo, como lo indica (Vizcarra Sánchez & Vizcarra Gavilán, 2021), en especial la asignatura de química, los laboratorios portátiles son conjuntos compactos de instrumentos, reactivos y recursos didácticos diseñados para realizar prácticas experimentales fuera de un laboratorio convencional. Su utilidad fue diseñada para solventar la carencia de un laboratorio equipado, permitiendo el aprendizaje experimental significativo en zonas rurales. Los laboratorios portátiles evolucionan acorde a resolver limitaciones como falta de espacios (infraestructura institucional),

falta de recursos económicos y limitaciones de pandemia. La creación de su kit portátil "quimiokits" que incluye material físico y digital. Facilitando las practicas experimentales presenciales y virtuales. Demostrando que en Ecuador la implementación de laboratorios portátiles es factible y mejora el aprendizaje experimental en estudiantes de bachillerato (Del-Valle-Calderón & Jiménez-Alonzo, 2024).

2.2.5.2.Características técnicas y pedagógicas.

Se reconocen las siguientes características de los laboratorios portátiles en química:

Seguridad. – Limitando el uso de reactivos tóxicos y peligrosos, los laboratorios portátiles con seguros y ecológicos (Qin et al., 2021). Es fundamental que los materiales (reactivos) sean seguros, fáciles de manipular para los estudiantes. Así también se enfatiza en el envasado seguro de reactivos, impidiendo derrame y accidentes, además que una correcta supervisión evita gastos adicionales (Del-Valle-Calderón & Jiménez-Alonzo, 2024).

- Funcionalidad. – Nos permite practicar con experimentos básicos, acordes al currículo y que sean transferibles, la gestión y mantenimiento del laboratorio portátil requiere seguimiento para durabilidad y funcionamiento a largo plazo (Varela Miranda, 2021).
- Bajo Costo. – Se reducen el costo de mantenimiento o restitución de materiales, ya que se utiliza materiales accesibles (Wirojsaengthong et al., 2023). Un kit de bajo costo resulta accesible en instituciones educativas de bajos recursos.
- Portabilidad. – Los materiales son livianos y fáciles de mover, facilitando el acceso a diferentes contextos educativos e incluso en sectores rurales, además que el diseño ligero aporta mucho a su movilización (Manzano et al., 2022).
- Facilidad de uso. – Dirigido a docentes novados y estudiantes puedan hacer uso correcto a través de guías experimentales o manuales (físicos o digitales) de las prácticas los cuales deben estar detalladas, claras para uso de materiales y procedimientos (Del-Valle-Calderón & Jiménez-Alonzo, 2024).
- Adaptabilidad. – Al ser un diseño versátil se emplean en aulas (virtuales o hibridas), exteriores y hogares, evidenciando adaptabilidad curricular, sustentando la formación práctica en diversos contextos educativos (López Vargas et al., 2024).

2.2.5.3.Componentes esenciales.

Depende del contexto educativo que presenta la institución educativa, los reactivos se deben considerar en pequeñas cantidades y estado sólido o encapsulado para evitar riegos, además es necesario los recursos didácticos como: manuales digitales o fiscos que son guías para la implementación y uso correcto (Wirojsaengthong et al., 2023). Sin embargo, para una clasificación más profunda en la tabla 1 se detalla las categorías y ejemplos de los componentes básicos:

Tabla 2

2 *Componentes esenciales de un laboratorio portátil*

Categoría	**Ejemplos**
Maletín o Caja	Medidas: 70cm x 45cm x 18cm Material: Plástico o madera resistentes. Organización: Compartimentos separados y etiquetados. Especificaciones adicionales: Tapa semitransparente, Chapa con llave por seguridad, Ruedas para mejor trasporte y dividido en 3-6 secciones para mejor separación y diferenciar materiales
Material de vidrio	RECIPIENTES (contener / mezclar) Vasos de precipitación: 4-6 unidades, varios volúmenes (50-100-250mL). Matraces Erlenmeyer: 4-6 unidades, volúmenes (100-250mL). Matraces volumétricos: 2 unidades, volúmenes (100-250mL). RECIPIENTES (medir/transferencia) Probetas graduadas: 2-3 unidades de 50-100mL. Pipetas graduadas: 4-6 unidades de 5-10-25mL. Buretas: 1-2 unidades de 50mL. RECIPIENTES (Reacciones/procedimientos) Tubos ensayo: 12-20 unidades pequeños. Balones de destilación: 1-2 unidades. Cajas Petri: 2-4 unidades (vidrio/plástico). Vidrio reloj: 2-3 unidades. Crisoles de porcelana con tapa: 1-2 unidades. RECIPIENTES (Adicionales) Varillas de agitación: 2-3 unidades. Embudos de filtración: 2 unidades. Pizeta: 1-2 unidades. Pipetas Pasteur: 6-10 unidades desechables.
Material de soporte	Soporte universal metálico: 2 unidades. Pinzas universales con nuez: 4-6 unidades. Aros o anillos metálicos: 2-3 unidades. Trípodes: 2 unidades. Rejillas de asbesto o cerámica: 2-3 unidades. Pinzas para tubo de ensayo: 2-4 unidades (metal/madera). Pinzas para crisol: 1-2 unidades. Gradillas para tubos de ensayo: 2 unidades (plástico/madera).

Material de calentamiento	Mechero de alcohol: 2-3 unidades – PRIMERA Y MEJOR OPCIÓN. Otras opciones: Mechero Bunsen portátil con cartucho de butano: 1-2 unidades. Placa calefactora portátil eléctrica: una unidad (OPCIONAL)
Material de medición y análisis	Balanza digital: una unidad. Termómetro de laboratorio: 2 unidades de rango (-10°C a 110°C). Medidor de pH digital: 1kit. Cronometro: una unidad.
Material adicional	Espátulas: 3-4 unidades (acero/plástico). Goteros: 4-6 unidades Papel filtro: 1 caja (100 hojas). Papel pH o papel tornasol: un rollo o 100 tiras. Pinzas para Erlenmeyer: 2 unidades. Escobillones: 2-3 unidades de diferentes tamaños. Tapones de caucho: 1 set, varios tamaños. Manguera de caucho: 2 metros.
REACTIVOS Químicos básicos	EN CONCENTRACIONES SEGURAS Y ALMACENADOS ADECUADAMENTE **ÁCIDOS** almacenar lejos de las BASES - Ácido clorhídrico (HCl) diluido 1M - 250 mL - Ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluido 1M - 250 mL - Ácido acético (CH_3COOH) - 250 mL **BASES** lejos de los ÁCIDOS - Hidróxido de sodio (NaOH) - 250 g - Hidróxido de amonio (NH_4OH) - 250 mL. **SALES** y **COMPUESTOS IÓNICOS** - Cloruro de sodio (NaCl) - 250 g - Bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) - 250 g - Sulfato de cobre ($CuSO_4$) - 250 g - Nitrato de plata ($AgNO_3$) - 100 g - Cloruro de calcio ($CaCl_2$) - 100 g - Yoduro de potasio (KI) - 50 g **INDICADORES** - Fenolftaleína - 100 mL - Azul de bromotimol - 100 mL - Indicador universal de pH - 100 mL - Rojo de metilo - 100 mL **SOLVENTES** - Etanol (C_2H_5OH) - 500 mL - Agua destilada - 1-2 litros - Acetona - 250 mL (uso limitado) **OTROS REACTIVOS** - Peróxido de hidrógeno (H_2O_2) 3% - 250 mL - Glucosa - 250 g - Almidón - 250 g - Permanganato de potasio ($KMnO_4$) - 50 g - Limadura de hierro - 100 g **NOTA almacenamiento:** - Organizados en envases (ámbar).

	- Etiquetas claras y organizadas. - Ácidos lejos de las bases. - Sustancias inflamables ubicadas en compartimentos específicos.
Material de seguridad (EPP)	**OBLIGATORIO** Gafas de seguridad: 1 x estudiante, mínimo 6. Bata de laboratorio: 1 x estudiante, mínimo 6. Guantes de nitrilo: 1 caja (100 unidades). Guantes de látex: 1 caja (100 unidades). Mascarillas: 1 caja cuando se necesite.
Material de limpieza / Mantenimiento	Escobillones para tubos de ensayo: 2-3 unidades de diferentes tamaños. Detergente de laboratorio: 1 frasco. Toallas de papel absorbente: 1 rollo.
GUIAS / MANUALES	Guías didácticas de prácticas. Fichas de trabajo para estudiantes. Manual de seguridad. Tabla periódica.

Nota. Adaptado de (Cienytec, s. f.), (Del-Valle-Calderón & Jiménez-Alonzo, 2024), (Vizcarra Sánchez & Vizcarra Gavilán, 2021), (Reina et al., 2021),(Morales, 2017), (Mercalab, 2025).

Con los materiales y equipamiento correcto y adecuado se pueden realizar varias prácticas que sustente la teoría y acordes a las temáticas del currículo de Química, entre ellos se encuentran; Reconocimiento de material de laboratorio y técnicas, medición de propiedades físicas, mezclas homogéneas y heterogéneas, reacciones químicas como precipitados, ácidos-base y redox, titulaciones, reconocimiento y determinación de entalpia, preparación de soluciones y diluciones, identificación de sustancias por el método de pH, observación de la velocidad de reacciones químicas tanto en oxidación – reducción (Libro, 2025).Así también el uso correcto del laboratorio portátil se debe considerar una ventilación adecuada, mantener supervisión constate del docente, prestar atención a la preparación de concentraciones diluidas, mantener y seguir protocolos claros de derrames o accidentes (Vizcarra Sánchez & Vizcarra Gavilán, 2021).

2.2.5.4.Diseño universal para el aprendizaje (DUA) aplicado a recursos portátiles.

Aportan significativamente los laboratorios portátiles a la implementación correcta del DUA, ya que brinda acceso personal y adaptable a diferentes estilos y necesidades de aprendizaje, incentivando la participación activa de los estudiantes (Pastor, 2019).

Enfatizando en los laboratorios portátiles el DUA se integra de la siguiente manera:

- Formato en la presentación de manuales ya sea físicos, digitales (videos) o apps.

- Existencia de flexibilidad para experimentar y construir el conocimiento en diferentes formatos (proyectos, grabaciones, esquemas… entre otros).
- Adaptabilidad de materias acorde a necesidades educativas (visuales, auditivas o motoras) y otorgar espacios - tiempo necesario para un trabajo flexible (Recursos Aula, 2020).

Es por ello, que estas adaptaciones ayudan e incentivas a fortalecer el aprendizaje, equidad y personalización de la educación científica.

2.2.5.5.Ventajas frente a los laboratorios convencionales.

Se destacan ventajas significativas de los laboratorios portátiles versus los laboratorios convencionales en especial en el contexto ecuatoriano (Urquizo Cruz & Poma Pardo, 2023). La accesibilidad permite la experimentación en lugares inaccesibles y sin infraestructura. Al utilizar materiales accesibles y económicos, reduce la exigencia de equipamiento costoso y en grandes proporciones.

La portabilidad y adaptabilidad el laboratorio portátil al ser compacto es fácil de transportar, además que su contenido también tiene las mismas características funcionales pero versátiles, Fomenta el aprendizaje activo ya que involucran activamente a los estudiantes en la resolución de problemas, activando la motivación para la apropiación del aprendizaje científico. La sostenibilidad y eficiencia se limita el uso de reactivos y energía, obliga el uso de energías alternas a favor de medio ambiente. Del mismo modo la continuidad educativa, consideración la situación que obliga a realizar una educación virtual hibrida, los laboratorios portátiles son una opción para la enseñanza experimental y no convertirse en un aprendizaje tradicional. Por lo tanto, los laboratorios portátiles son una innovación que aporta al aprendizaje significativo, práctico, adaptable e inclusivo en la asignatura de la química en Ecuador, superando limitaciones económicas e infraestructura, promoviendo que los estudiantes tengan contacto directo con la ciencia y los fenómenos químicos.

2.2.6. Desafíos y Limitaciones en la Implementación de laboratorios portátiles

2.2.6.1.Barreras técnicas, pedagógicas y lógicas.

En la implementación de laboratorios portátiles existen barreras técnicas como la infraestructura, dificultad en la adquisición de materiales en especial en áreas rurales de bajos recursos económicos, además se necesita que docente y estudiantes este

actualizados en las tecnologías del sigo XXI, manejo de equipos y reactivos. Para que no afecte la implementación del recurso didáctico (Vizcarra Sánchez & Vizcarra Gavilán, 2021). A nivel pedagógico también existen limitaciones, pero se las puede superar con la formación y creatividad docente para aplicar correctamente los laboratorios portátiles y relacionar la teoría y la práctica. Sin embargo, es necesario adaptar contenidos teóricos a actividades prácticas. Existen desafíos de logística en la presentación, seguimiento, uso y mantenimiento suele presentarse complicaciones, si no se presenta una planificación. (Amsen, 2021).

2.2.6.2.Adaptabilidad a distintos contextos educativos.

La **adaptabilidad es fundamental** para el correcto diseño del laboratorio portátil, debe ser flexibles y ajustable a la realidad de cada institución. Es una solución viable que permite el aprendizaje experimental sin necesidad de un laboratorio equipado y tradicional. Es importante que las actividades sean flexibles para adaptarse a cualquier nivel educativo, estilos, habilidades y necesidades educativa (Vizcarra Sánchez & Vizcarra Gavilán, 2021).

2.2.6.3.Sostenibilidad y viabilidad institucional.

Necesariamente se requiere de un bajo costo, facilidad de reposición de materias -reactivos y ser reutilizados en varios ciclos escolares. La viabilidad institucional es un factor importante ya que se pude ver limitado por los recursos económicos, apoyo administrativo y políticas educativas (Samson et al., 2024). Es por ello que incluye factores económicos, sociales y ambientales. Sin embargo, es necesario mantener un compromiso institución para continuar con su implementación, fortaleciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje experimental (Barrera Cámara et al., 2024).

2.3.Bases Legales

La propuesta se fundamenta en el marco jurídico y normativo ecuatoriano que regula el derecho a la educación, los estándares de calidad educativa y los lineamientos curriculares para el BGU.

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)

El artículo 26 establece que la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado, garantizando la igualdad e inclusión social. El artículo 27 señala que la educación se centrará en el ser humano y

garantizará su desarrollo holístico, estimulando el sentido crítico, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar (Asamblea Constituyente, 2008).

Estos principios fundamentan la necesidad de implementar metodologías activas que promuevan el pensamiento crítico y la experimentación científica.

2.3.2. Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)

El artículo 2, literal w, establece como principio la calidad y calidez educativa, garantizando una educación pertinente, contextualizada y actualizada. El artículo 6, literal j, determina como obligación del Estado propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales. Estos artículos respaldan la necesidad de innovar en recursos didácticos cuando las condiciones infraestructurales son limitadas (Ecuador. Asamblea Nacional, 2011).

2.3.3. Currículo Nacional del BGU

El currículo de Química para BGU integra destrezas con criterios de desempeño que requieren experimentación, observación, análisis y aplicación del método científico. Para segundo de BGU, las destrezas incluyen comprender leyes estequiométricas, identificar tipos de reacciones, analizar propiedades de soluciones y comprender métodos de separación, todas las cuales demandan un componente experimental. El perfil de salida del bachiller ecuatoriano enfatiza la formación de ciudadanos con capacidad de pensamiento crítico y resolución de problemas (Ministerio de Educación, 2016).

2.3.4. Plan Nacional de Desarrollo (2021-2025)

El objetivo 7 establece potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad. La meta de reducir brechas educativas respalda propuestas como la del laboratorio portátil, que busca garantizar equidad en el acceso a experiencias experimentales independientemente de las limitaciones infraestructurales (Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 – Ministerio de Economía y Finanzas, s. f.).

2.3.5. Objetivos de Desarrollo Sostenible

El ODS 4 busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad. La meta 4.1 establece asegurar que todos los jóvenes terminen la enseñanza secundaria con resultados de aprendizaje pertinentes y efectivos. La propuesta contribuye directamente al ofrecer experiencias de aprendizaje significativas en contextos de recursos limitados (Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2015).

2.4.Marco conceptual

- **Aprendizajes cognitivos:** Los estudiantes procesan y construyen su conocimiento, a través de sus habilidades fomentando el pensamiento crítico.
- **Desarrollo cognitivo:** Son las capacidades de los estudiantes para asimilar nuevos conceptos, su capacidad para razonar lógicamente y aplicar el método científico en el área de ciencias.
- **Laboratorio portátil:** Especie de equipaje con materiales de laboratorio, móvil y usado en varios ambientes. Realizando experimentos fuera del laboratorio tradicional.
- **Experimentación:** Dar respuestas a hipótesis usando el método científico. Es indispensable practicar para que sea significativo la experimentación.
- **Habilidades de pensamiento crítico:** Los estudiantes fomentan su capacidad de análisis. En las ciencias experimentales es su capacidad de interpretar datos y resolver problemas.
- **Metodologías activas:** Es un enfoque de enseñanza diferente, donde se incentive el aprendizaje activamente.
- **Procesos cognitivos:** Los estudiantes utilizan operaciones mentales para construir conocimiento nuevo, incluyendo la atención, razonamiento y resolución de problemas.
- **Química experimental:** Es básicamente fomentar el aprendizaje basados en la ejecución de experimentos prácticos, fortaleciendo el aprendizaje en conceptos químicos.
- **Resolución de problemas:** Identificar problemas, analizarlos y resolverlos. Fomentando las habilidades individuales y grupales.

CAPITULO III

Metodología de la Investigación

3.1.Enfoque de la investigación

La investigación mantiene un enfoque cualitativo de carácter descriptivo y propositivo, enfocado a comprender e interpretar la realidad educativa desde la visión de los actores como docentes, estudiantes y autoridades. A partir del análisis de documentos institucionales y literarios. El enfoque cualitativo permite profundizar en las percepciones, limitaciones, necesidad y contexto de la enseñanza de la química en la Unidad Educativa Juan Pablo II, además permite fundamentar teóricamente y pedagógicamente el diseño del laboratorio portátil. En contraste el enfoque cuantitativo que busca cuantificar variables, el enfoque cualitativo describe, comprende e interpreta fenómenos educativos complejos (Creswell, 2013); (Denzin et al., 2017).

3.2.Métodos de investigación

Se utilizó principalmente el método descriptivo–interpretativo, que permitió caracterizar las condiciones actuales de la enseñanza de la Química en la institución, describir las limitaciones existentes en infraestructura y recursos, e interpretar las percepciones de docentes, autoridades y estudiantes. A través de este método fue posible organizar la información recogida en categorías y dimensiones coherentes con los objetivos de la investigación.Además, se aplicó el método proyectivo, entendido como aquel que, a partir de un diagnóstico contextual, orienta el diseño de una propuesta de intervención educativa viable y sustentada. En este caso, el método proyectivo se concretó en el diseño de un laboratorio portátil fundamentado en el Aprendizaje Basado en Indagación, articulado con el currículo de Química de segundo de BGU (Cohen et al., 2002).

3.3.Tipo y nivel de investigación

En cuanto al tipo de investigación, el estudio se clasifica como proyectivo, dado que parte de un diagnóstico de la realidad institucional para diseñar una propuesta de intervención concreta (laboratorio portátil) orientada a transformar la práctica pedagógica de Química. El nivel es descriptivo-propositivo, pues caracteriza de manera sistemática las condiciones actuales de infraestructura, recursos y prácticas didácticas, y a partir de ello plantea una propuesta fundamentada de mejora.

3.4.Modalidad de investigación

La investigación se desarrolla bajo la modalidad de investigación proyectiva acorde al enfoque cualitativo, carácter descriptivo y propositivo. Es decir, un tipo de estudio que, a partir de un diagnóstico de la realidad educativa actual, diseña una propuesta de intervención pedagógica viable coherente y fundamentada teóricamente, sin llegar a su implementación o a una evaluación experimental de impacto (Vicuña & Barrera, 2019). En la investigación, a modalidad proyectiva se evidenció en la sucesión de fases: diagnóstico institucional, análisis de resultados, identificación de necesidades prioritarias y diseño de la propuesta de laboratorio portátil para la enseñanza de la Química basada en indagación. La propuesta no fue implementada ni evaluada experimentalmente en esta fase, sino que quedó disponible para su futura aplicación y validación.

3.5.Población y muestra

La población de la investigación estuvo constituida por los actores educativos vinculados al proceso de enseñanza–aprendizaje de la Química en segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría, incluyendo autoridades, docentes y estudiantes.:

La muestra fue intencional y estuvo conformada por:

- **Docentes (n=2)**
    - Docente que imparten Química en 2do BGU
    - Docente del área de Ciencias Naturales (Biología) con experiencias en la institución

Criterio de selección: La U E Juan Pablo II de Fe y Alegría, cuenta con un solo docente especializado que imparte la asignatura de Química. Es así que la inclusión de segundo docente permite obtener una perspectiva más amplia sobre las practicas pedagógicas y limitaciones del área de Ciencias Naturales en la institución.

- **Autoridades educativas (n=1)**
    - Vicerrector de la Unidad Educativa.

Criterio de selección: Es la autoridad que tiene conocimiento integral de la gestión académica institucional, políticas educativas, disponibilidad presupuestaria,

infraestructura y alineación con el Proyecto Educativo Institucional (PEI). Su perspectiva resulta fundamental para evaluar la viabilidad y sostenibilidad institucional de la propuesta.

- **Estudiantes de 2do Bachillerato de los tres paralelos (n=5)**
    - Grupo focal con 5 estudiantes de 2do BGU seleccionados de los tres paralelos.

Criterio de selección: Los participantes fueron seleccionados mediante muestreo intencional, considerando su vinculación directa con el problema de investigación y su capacidad para aportar información relevante. En el caso de los estudiantes, la selección se realizó con base en la recomendación de los tutores de curso, quienes consideraron el desempeño académico, la capacidad de expresar ideas con claridad y el comportamiento en el aula, garantizando así una participación responsable y reflexiva en el grupo focal. Además, se obtuvo el consentimiento informado firmado por los representantes legales y se confirmó la disponibilidad voluntaria de cada participante.

- **Espacios e infraestructura (Observación)**
    - Espacios de laboratorio o áreas de experimentación (si existe)
    - Aulas donde se imparte Química en 2do BGU
    - Espacios de almacenamiento de materiales científicos
    - Espacios alternativos utilizables para experimentación

3.6.Técnicas e instrumentos

Para la recolección de la información se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos:

1. **Revisión bibliográfica y documental:** El propósito fue documentar teóricamente la investigación mediante el análisis crítico de la literatura académica. Se analizó artículos científicos, libros digitales, informes y documentos curriculares y estudios previos relacionados con el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI), competencias químicas, laboratorios portátiles, e implementación de recursos didácticos en contextos ecuatorianos con limitaciones infraestructurales.

2. **Observación directa:** Se aplicó una ficha de observación estructurada para registrar las condiciones de infraestructura, existencia y estado de los materiales de laboratorio, disponibilidad de espacios y recursos relacionados con la enseñanza de la Química.
3. **Entrevista semiestructurada:** Se realizaron tres entrevistas individuales semiestructuradas con instrumentos específicos

- Docente de Química (2.º BGU): Con 20 años de experiencia, la entrevista (50 min) indagó sobre los métodos pedagógicos vigentes, los recursos disponibles, las dificultades para realizar prácticas experimentales y su percepción sobre metodologías activas como el ABI.
- Docente de Biología: Seleccionado para complementar la visión del área de Ciencias Naturales, la entrevista (40 min) se centró en el estado de la infraestructura, el uso de recursos compartidos y la factibilidad operativa de implementar innovaciones didácticas.
- Vicerrector Académico: La entrevista (30 min) abordó las políticas institucionales, la disponibilidad presupuestaria, la alineación con el Proyecto Educativo Institucional (PEI) y la viabilidad administrativa para respaldar la implementación del laboratorio portátil.
- Se aplico una guía de entrevista semiestructurada, permitiendo flexibilidad para profundizar en temas emergentes según las respuestas de los participantes.

4. **Grupo Focal:** Se llevó a cabo un grupo focal con cinco estudiantes de segundo de BGU, utilizando una guía de preguntas orientada a explorar sus experiencias en la asignatura de Química, su motivación, sus expectativas respecto a las prácticas experimentales y su opinión sobre la posible implementación de un laboratorio portátil.

Las guías de entrevista y del grupo focal fueron elaboradas a partir de las categorías definidas en el marco teórico y validadas mediante juicio de docente investigadora.

3.7.Procesos metodológicos

- ✓ Revisión teórica
- ✓ Diagnostico contextual: Ficha de observación, entrevistas y grupo focal.

- ✓ Identificación y análisis de datos técnicos y pedagógicos: Elementos clave de laboratorio portátil.
- ✓ Análisis del impacto potencial: Motivación y mejora del aprendizaje científico.
- ✓ Diseño de la propuesta: incluye especificaciones técnicas, materiales y recomendaciones pedagógicas.

3.8.Operacionalización de las variables

Variable Independiente: Laboratorio portátil con enfoque de Aprendizaje Basado en Indagación (ABI)

Variable Dependiente: Desarrollo de competencias químicas en estudiantes de segundo de bachillerato.

Esta operacionalización permitió establecer una relación clara entre los objetivos de la investigación, las técnicas de recolección de información y los elementos que debían ser considerados en el diseño dge la propuesta de laboratorio portátil.

Tabla 3

3 *Operacionalización de Variables*

Objetivos específicos	**Variable**	**Definición nominal**	**Dimensión**	**Indicadores**	**Técnica**	**Instrumento**
Identificar los fundamentos teóricos del aprendizaje basado en indagación y las competencias químicas en estudiantes de 2do BGU de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría Diagnosticar la disponibilidad de laboratorios y recursos utilizados en la enseñanza de la Química en estudiantes de 2do BGU de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría	**VARIABLE INDIPENDIENTE** Laboratorio portátil con enfoque de Aprendizaje Basado en Indagación (ABI)	Sistema compacto y móvil de instrumentos, reactivos y recursos didácticos diseñado para realizar prácticas experimentales de química fuera de un laboratorio convencional (Vizcarra Sánchez & Vizcarra Gavilán, 2021), integrado con una metodología activa que permite a los estudiantes construir conocimiento científico mediante la formulación de hipótesis, experimentación, observación, análisis de resultados y reflexión crítica	Fundamentos teóricos del Aprendizaje Basado en Indagación (ABI)	•Definición y características • Ventajas pedagógicas del ABI en enseñanza de química • Modelos de indagación • Rol del docente en ABI • Rol del estudiante en ABI • Procesos estructurados del ABI • Relación entre ABI y construcción de conocimiento significativo • Evidencias de efectividad del ABI en química	Revisión bibliográfica y documental	Matriz de análisis documental de literatura científica
			Limitaciones actuales de recursos para laboratorio portátil	• Falta de material de vidrio • Insuficiencia de reactivos químicos • Ausencia de equipos de medición • Limitaciones de espacio físico para experimentación •Necesidades presupuestarias para implementación • Factores que limitan la realización de prácticas experimentales • Disponibilidad actual de laboratorio convencional • Estado de mantenimiento de infraestructura existente	Observación Directa Entrevista	Ficha de observación institucional Guía de entrevista semiestructurada a autoridades educativas
			Prácticas pedagógicas actuales en la enseñanza de la química	• Predominio de clases expositivas versus estrategias activas • Frecuencia de realización de prácticas experimentales	Entrevista semiestructurada Grupo focal	Guía de entrevista semiestructurada a docentes de química

Elaborar la propuesta de diseño de un laboratorio portátil y su material didáctico, integrando estrategias de indagación considerando limitaciones, desafíos y su adaptabilidad a diferentes contextos educativos		(Twizeyimana et al., 2024).		• Tipo de recursos didácticos utilizados (libros, guías, TIC, simuladores, materiales caseros, videos) • Grado de implementación del Aprendizaje Basado en Indagación • Limitaciones percibidas por docentes para implementar estrategias activas • Motivación y participación de estudiantes en clases de química • Percepciones de estudiantes sobre relevancia de la química		Guía de grupo focal
			Características técnicas del laboratorio portátil	• Maletín o contenedor portátil (dimensiones, material, compartimentos etiquetados) • Material de vidrio básico (vasos, matraces, probetas, pipetas, tubos de ensayo) • Material de soporte (soportes universales, pinzas, aros metálicos) • Material de calentamiento seguro (mecheros de alcohol) • Material de medición (balanza digital, termómetro, medidor de pH, cronómetro) • Equipo de protección personal obligatorio (gafas, bata, guantes) • Reactivos químicos en concentraciones diluidas y seguras • Mantenimiento y almacenamiento seguro de reactivos • Costo total del laboratorio dentro de rango accesible	Revisión de la propuesta técnica / Observación directa	Ficha de verificación de componentes del laboratorio portátil Presupuesto detallado del laboratorio portátil
			Componentes pedagógicos basados en indagación (ABI)	• Guías de laboratorio estructuradas según fases del método científico/ABI (pregunta, hipótesis, procedimiento, observación, análisis, conclusión) • Actividades que requieren observación sistemática y análisis de fenómenos	Revisión de la propuesta didáctica Validación de expertos	Matriz de análisis de alineación de guías con fases del ABI y currículo

				• Vinculación explícita con contenidos del currículo de 2.º BGU • Inclusión de estrategias de diferenciación pedagógica (Diseño Universal para el Aprendizaje - DUA) • Claridad y usabilidad de guías para docentes novados • Coherencia entre tiempo requerido y capacidad docente		Rúbrica de evaluación de calidad didáctica de guías Guía de entrevista de validación con docente experto en química
			Viabilidad, adaptabilidad y sostenibilidad del laboratorio portátil	• Factibilidad técnica de uso en aula, tiempo dedicado, carga de trabajo docente • Viabilidad económica: costo versus presupuesto institucional • Disponibilidad de reposición y almacenamiento seguro de reactivos • Compatibilidad con currículo y planificación de 2.º BGU • Posibilidad de uso en diferentes espacios (aula, patio, hogar) • Adaptabilidad a contextos rurales y urbanos con recursos limitados • Apoyo institucional percibido (directivos, rectorado) • Posibilidad de capacitación de otros docentes • Durabilidad de materiales ante traslado frecuente • Interés y aceptación preliminar de estudiantes	Entrevista semiestructurada	Guía de entrevista semiestructurada a docentes y autoridades educativas Ficha de análisis de viabilidad
Identificar los fundamentos teóricos del aprendizaje basado en indagación y	**VARIABLE DEPENDIENTE** Desarrollo de competencias	Conjunto integrado de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten a los estudiantes	Competencias químicas en el Bachillerato General Unificado (BGU)	•Definición de competencias químicas en el currículo nacional • Clasificación: competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales • Relación entre competencias y metodologías activas	Revisión bibliográfica y documental	Matriz de análisis del currículo de BGU (Ministerio de Educación 2016) y literatura especializada en

las competencias químicas en estudiantes de 2do BGU de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría Diagnosticar la disponibilidad de laboratorios y recursos utilizados en la enseñanza de la Química en estudiantes de 2do BGU de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría	químicas en estudiantes de segundo de bachillerato	comprender, aplicar y mantener la motivación en la química en diferentes contextos (Volkova, 2018) (Sigmann, 2018). Incluye tres dimensiones: conceptuales (dominio de conceptos y lenguaje científico), procedimentales (aplicación del método científico y manipulación experimental) y actitudinales (curiosidad científica, trabajo cooperativo y compromiso ético-ambiental) (Ministerio de Educación, 2016).		• Expectativas de desempeño para segundo de BGU • Rol de la experimentación en desarrollo de competencias		educación científica
			Competencias conceptuales en química	• Capacidad para explicar fenómenos químicos cotidianos y de laboratorio • Identificación y uso correcto de conceptos y símbolos químicos básicos • Comprensión de relaciones causa-efecto en procesos químicos • Dominio de contenidos químicos: mezclas, reacciones, soluciones, estequiometría	Revisión bibliográfica y curricular	Matriz de análisis del currículo de 2.º BGU en química (Ministerio de Educación, 2016); literatura especializada en educación en ciencias
			Competencias procedimentales en química	• Capacidad para seguir procedimientos experimentales de forma segura • Registro cuidadoso de observaciones y datos • Aplicación del método científico (pregunta, hipótesis, prueba, conclusión) • Manejo correcto de material de laboratorio y reactivos • Manipulación de equipos de medición	Revisión bibliográfica y curricular	Matriz de análisis del currículo de 2.º BGU en química; literatura especializada en competencias procedimentales
			Competencias actitudinales en química	• Interés y entusiasmo por la química • Participación activa en actividades prácticas • Trabajo colaborativo y distribución de responsabilidades • Respeto de normas de seguridad en laboratorio • Conciencia ambiental respecto a procesos químicos • Autonomía en actividades de indagación	Revisión bibliográfica y curricular	Matriz de análisis del currículo de 2.º BGU en química; literatura especializada en actitudes hacia la ciencia

Nota. Elaboración propia

CAPITULO IV

Presentación y Análisis de Datos

4.1.Introducción al Análisis

Los resultados obtenidos a través de múltiples instrumentos de recolección de datos cualitativos aplicados en la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría durante el periodo lectivo 2025-2026. Los datos obtenidos por los docentes de Química, Biología, Vicerrector y estudiantes de 2do BGU e infraestructura física fueron analizados y sistematizados a través de una triangulación de datos. El análisis se estructura en dimensiones que responde a los objetivos específicos de la investigación y proporciona evidencia para sustentar la propuesta de diseño del laboratorio portátil basado en el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI).

4.2.Dimensión 1: Limitaciones actuales de infraestructura y recursos

4.2.1. *Estado de la infraestructura para la enseñanza experimental*

La Unidad Educativa Fiscomisional Juan Pablo II de Fe y Alegría carece de un laboratorio funcional para la enseñanza de Química, habiendo sido deshabilitado hace aproximadamente una década y su espacio reconvertido irreversiblemente en un aula de clases por necesidades de infraestructura. La observación institucional reveló, no obstante, un importante patrimonio de materiales de laboratorio almacenados en vitrinas, evidenciando la existencia previa de una instalación extensa. Las condiciones actuales del espacio son inadecuadas para prácticas experimentales, careciendo de ventilación, drenajes, campanas de extracción y sistemas de seguridad. Aunque el Vicerrector manifestó la intención de reabrir un laboratorio, reconoció la ausencia de planificación concreta y espacio físico disponible, lo que valida la necesidad de una solución portátil que no dependa de infraestructura permanente.

4.2.2. *Disponibilidad y clasificación detallada de materiales*

Existe un amplio patrimonio de material de laboratorio que puede reutilizarse completamente. Se detalla a continuación los materiales encontrados en la observación detallada de la institución.

Tabla 4

4 *Especificación cuantitativa de materiales de plástico – vidrio (REUTILIZABLE)*

Tipo	Cantidad	Capacidad/Especificación	Estado
Probetas plástico	3	1000 ml	Excelente
Probetas plástico	3	500 ml	Excelente
Probetas plástico	3	250 ml	Excelente
Probetas vidrio	2	Varios ml	Excelente
Matraces aforados	3	Diversos	Excelente
Matraces fondo plano	9	Diversos	Excelente
Matraces Erlenmeyer	4	100 ml	Excelente
Matraces Erlenmeyer	4	250 ml	Excelente
Matraz destilación	1	Estándar	Excelente
Vasos precipitación	4	400 ml	Excelente
Vaso precipitación	1	1000 ml	Excelente
Vidrios reloj	5	Diversos	Excelente
Tubos de ensayo	43	Grandes	Excelente
Embudos vidrio	8	Largo y pequeño	Excelente
Tubo destilación	1	Estándar	Excelente
Contenedores vidrio	Varios	Pequeños	Excelente

Total, de materiales: ~95 piezas en excelente condición

Nota. Elaboración propia

Interpretación: El número de materiales hallados es extraordinario, un laboratorio portátil típico requiere de ~20-30 piezas. La existencia de 95 piezas permite equipar múltiples laboratorios portátiles simultáneamente, tener repuestos para rompimientos, se puede usar en varias asignaturas del área de Ciencias Naturales como biología, ciencias naturales y física.

Tabla 5

5 *Material de soporte (REUTILIZABLE)*

Componente	Cantidad	Especificación	Estado
Trípodes	2	Grandes	Bueno
Rejillas metal	2	Estándar	Bueno

Anillos de hierro	2	Diversos tamaños	Bueno
Soportes universales	2	Altura ~30 cm	Bueno

TOTAL: 8 piezas (cantidad adecuada para 2-3 estaciones simultáneas)

Nota. Elaboración propia

Tabla 6

6 *Material de manipulación (REUTILIZABLE)*

Componente	**Cantidad**
Varillas de agitación	3
Goteros de plástico	7
Pipetas	2
Corchos de plástico	10
Gradillas de plástico	1

TOTAL: 23 piezas

Nota. Elaboración propia

Tabla 7

7 *Material de calentamiento y evaporación (REUTILIZABLE)*

Componente	**Cantidad**	**Estado**
Mecheros de alcohol	3	**BUENO** (mejor que esperado)
Morteros	4	Con pistilo
Cápsulas de porcelana	5	**BUENO**
Crisoles	5	Sin tapas

TOTAL: 17 piezas

Nota. Elaboración propia

Tabla 8

8 *Material de filtración (REUTILIZABLE)*

Componente	**Cantidad**
Papel filtro	Presente (cantidad suficiente)
Cajas de Petri	7

Nota. Elaboración propia

Tabla 9

9 *Equipos de medición (REUTILIZABLE CON LIMITACIONES)*

Equipo	**Cantidad**	**Condición**	**Recomendación**
Balanza granataria	1	Antigua	Usar + complementar con digital
Papel indicador pH	Presente	Cantidad desconocida	Complementar con medidor

Nota. Elaboración propia

4.2.3. *Reactivos químicos existentes*

En la observación realizada se identificó la existencia de 9 tipos de reactivos químicos específicos.

Tabla 10

10 *Reactivos existentes documentados*

Reactivo	Uso pedagógico para 2do BGU	Cantidad observada
ClNa (Cloruro de sodio)	Reacciones iónicas, solubilidad, conductividad	Presente
Azufre	Combustión, oxidación, propiedades de no metales	Presente
Sacarosa	Solubilidad, hidratos de carbono, caramelización	Presente
Carbonato de calcio	Reacciones ácido-base, evolución CO_2	Presente
Carbonato (sodio)	Reacciones ácido-base, titulaciones	Presente
Hidróxido de sodio (NaOH)	Base fuerte, reacciones exotérmicas, neutralización	Presente
Agua destilada	Disolvente universal, todas las prácticas	Presente
Jabón líquido	Propiedades de surfactantes, emulsiones	Presente
Papel indicador pH	Determinación de pH, ácidos y bases	Presente

TOTAL: 9 reactivos ya existentes (sin costo adicional de adquisición)

Nota. Elaboración propia

4.2.4. *Equipo de Protección Personal (EPP) – estado actual*

Disponibilidad NULA de EPP adecuado

Tabla 11

11 *Equipo de Protección Personal (EPP)*

Componente EPP	Cantidad existente	Cantidad necesaria	Déficit
Guantes nitrilo	2 pares	50 pares	-48 pares
Gafas de seguridad	0	10 pares	-10 pares
Batas de laboratorio	0	5	-5
Mascarillas N95	0	50	-50

Nota. Elaboración propia

Considerando la importancia de la seguridad es crítico ya que la implementación del laboratorio portátil sin EPE adecuada es inaceptable por seguridad. El EPE es una inversión obligatoria.

4.2.5. *Espacios alternativos*

Se identifico dos espacios que pueden ser utilizados para prácticas, las aulas regulares están disponibles con adecuación, pero con ventilación limitada, el salón de

usos múltiples el mismo que recientemente fue remodelado, es adecuado, amplio y cuenta con buena ventilación. Es relevante señalar que, según indicó el Vicerrector durante el recorrido institucional, la institución contempla a futuro la posibilidad de reabrir un laboratorio; sin embargo, las limitaciones de espacio físico impiden materializar esta intención en el corto o mediano plazo. Esta circunstancia posiciona al laboratorio portátil no solo como una solución inmediata, sino como un recurso complementario que podría seguir operando incluso si eventualmente se habilitara un espacio fijo

4.2.6. *Síntesis de Dimensión 1*

Tabla 12

12 *Síntesis Dimensión 1*

Categoría	**Estado**	**Cantidad/ Condición**	**Reutilización**	**Inversión requerida**
Material vidrio	EXCELENTE	95 piezas	100%	$0
Material soporte	BUENO	8 piezas	100%	$0
Material manipulación	BUENO	23 piezas	100%	$0
Calentamiento	BUENO	17 piezas + 3 mecheros	100%	$168 (complementos)
Filtración	PRESENTE	Papel + 7 cajas Petri	100%	$0
Equipos medición	PARCIAL	Balanza antigua + papel pH	PARCIAL	$105 (complementos)
Reactivos Química	PRESENTE	9 tipos	100%	$40 (complementos)
EPE	CRÍTICO	Solo 2 pares guantes	0%	**$160 (OBLIGATORIO)**
Espacios alternativos	DISPONIBLE	Aulas + salón múltiple	N/A	$0

Nota. Elaboración propia

El hallazgo de una abundante cantidad de materiales de laboratorio es realmente significativo además que existen 8 de 9 reactivos necesarios, sin embargo, es crítico conocer que no existe EPE, pero su adquisición es factible adquirirla en cantidades pequeñas. Se estima que se invertirá alrededor de $473 dólares.

4.3.Dimensión 2: Prácticas pedagógicas actuales y percepciones de actores

4.3.1. *Metodología actual en la enseñanza de Química*

La enseñanza de Química en 2do BGU se caracteriza por una metodología expositiva tradicional con elementos interactivos limitados, según la autopercepción de la docente, contrastada con la experiencia estudiantil.

Entrevista semiestructurada docente de Química (20 años experiencia).

Tabla 13

13 *Análisis – Entrevista docente de Química*

Estructura de clase	**Recursos didácticos utilizados**	**Características**
Secuencia administrativa: lista, leccionario, chequeo de tareas (consume tiempo significativo) Gestión de disciplina (consume más tiempo de clase) Retroalimentación mediante preguntas-respuestas Introducción de nuevo tema Evaluación: ejercicios resueltos previamente	Cuaderno de planificación (altamente detallado, todo pre-planeado) Libros de texto (oficial del Ministerio + libro personal) Talleres planificados Deberes	Todo debe estar pre-planificado en la planificación institucional Énfasis en control (la planificación es "extremadamente detallada") Ausencia total de flexibilidad pedagógica Recurso principal: teoría y ejercitación

Nota. Elaboración propia, entrevista semiestructurada docente Química

Interpretación: La docente describe sus clases como "interactivas" por hacer pasar estudiantes al pizarrón y realizar retroalimentación mediante preguntas-respuestas. Sin embargo, enfatiza la rigidez institucional: planificación preestablecida, control disciplinario extenso y ausencia total de flexibilidad pedagógica.

Análisis de grupo focal: Perspectiva estudiantil.

Tabla 14

14 Análisis Grupo focal

	Críticas consensuadas de 5 estudiantes
Claridad y coherencia	- "La licenciada se confunde y pierde del tema" - "Comienza a dar ejemplos que luego confunden a los propios estudiantes" - "Cuando se pregunta, vuelve a repetir, pero nos confunde mejor"
Fragmentación	- "Repite los temas" - "Repite el mismo tema todas las veces que sea necesario"

	- "Siempre están repitiendo lo mismo, lo mismo"
Metodología	- "La profesora no da una clase concreta" - "No puede expresarse de una manera adecuada" - "La licenciada no tiene una metodología adecuada"
Disciplina y motivación	- "No hay mucha disciplina" - "La docente no toma tan en serio la asignatura" - "Si ella no toma en serio la asignatura, los estudiantes tampoco"
Comprensión	- Entienden necesidad de correspondencia teoría-práctica

Nota. Elaboración propia, Grupo Focal

Interpretación: Los estudiantes se muestran como evaluadores reflexivos de su aprendizaje, identificando deficiencias tanto en el contenido como en la gestión pedagógica y de clase. Se observa una discrepancia significativa entre la autopercepción docente, que califica sus clases como interactivas, y la experiencia estudiantil, que las percibe como confusas e insuficientes para la comprensión conceptual y la motivación, un fenómeno documentado en la literatura sobre autoevaluación docente (García-Ruiz et al., 2021). La metodología predominante es expositiva y rutinaria, con interacciones que no logran un impacto profundo. Esta desconexión valida la necesidad de transitar hacia el Aprendizaje Basado en Indagación y el uso del laboratorio portátil, promoviendo un cambio desde la transmisión de contenidos hacia la indagación activa.

4.3.2. *Frecuencia de prácticas experimentales*

No existen prácticas experimentales en Química durante el año lectivo.

Tabla 15

15 *Análisis Entrevista docentes y Grupo focal (Prácticas experimentales)*

Docente de Química	**Grupo focal consensuado (5 estudiantes)**	**Comparación con otras áreas**: Docente de Biología
"No ha hecho prácticas experimentales ya que no hay laboratorio en el colegio"	• Est. 1: "No hemos hecho ninguna actividad experimental. Nunca." • Est. 2: "Ninguna, ninguna hemos hecho" • Est. 3: "No, solo teoría" • Est. 4: "No, solo hemos realizado teoría" • Est. 5: (confirmación tácita)	- En biología existen muy pocas prácticas por realizar por falta de microscopios especializados - Menciona que en física se podría realizar más prácticas - Se podría realizar prácticas en química, pero actualmente no se han desarrollado

Nota. Elaboración propia, Grupo focal (Prácticas experimentales)

Interpretación: El consenso absoluto entre docentes y 5 estudiantes sobre la ausencia de experimentación es completa y no sujeta a debate. Esta es una deprivación pedagógica crítica que afecta directamente la capacidad de estudiantes para desarrollar competencias científicas fundamentales.

4.3.3. *Competencias percibidas mediante experimentación*

Tanto docentes como estudiantes reconocen competencias específicas que se pueden desarrollar por experimentación.

Tabla 16

16 *Análisis entrevistas docentes y grupo focal- Competencias por Experimentación*

Docente de Química enfatiza:	**Grupo focal consensuado (5 estudiantes)** enfatizan:	**Docente de Biología** enfatiza:
- Observación - Aplicación - Comportamiento práctico - **Pensamiento crítico** - **Resolución de problemas** - **Análisis de problemas**	- Experimentación = mejor aprendizaje - Práctica + teoría = comprensión real - Transferencia a vida cotidiana - Aplicabilidad universitaria	- Manejo de instrumental - Conocimiento de elementos químicos - Habilidades prácticas **Perspectiva de trayectoria universitaria** - Estudiantes que llegan a universidad sin prácticas "se quedan cortos" comparado con estudiantes de colegios que SÍ tuvieron prácticas - Desconocen instrumental, esta brecha de competencias es "muy importante"

Nota. Elaboración propia– Entrevistas docentes y Grupo focal (Competencia por Experimentación)

Interpretación: El reconocimiento convergente de competencias de orden superior (pensamiento crítico, resolución de problemas) entre docentes y estudiantes valida teóricamente la propuesta de ABI. Además, la observación del docente de Biología sobre brecha de competencias en trayectoria universitaria proporciona evidencia de que esta deprivación tiene consecuencias reales y demostrables más allá de la institución.

4.3.4. ***Conocimiento y uso de Aprendizaje Basado en Indagación (ABI)***

Tabla 17

17 *Análisis entrevistas y Grupo Focal (ABI)*

Docente de Química	**Docente de Biología**	**Vicerrector**	**Grupo focal de estudiantes**
Desconocimiento completo de la metodología ABI.	Uso implícito de estrategia similar a ABI sin conocer la nomenclatura.	Reconoce que la institución "no existe mucho de la experimentación, es decir, no aplican el ABI"	Estudiantes intuitivamente piden ABI sin conocer la nomenclatura.
Evidencia			
"No ha hecho prácticas experimentales ya que... no aplican el ABI" "No mencionó mucho acerca del ABI. Es más, me preguntó: ¿qué significa ABI?"	Implementa "Flipped Classroom" (aula invertida) "Los chicos vengan con conocimientos previos" "Se les anticipa el tema" "Se les pide que lleguen con preguntas al aula" "Cuando los chicos vienen con preguntas, se dinamiza porque el hecho de que los chicos hagan tantas preguntas en la clase es mucho más activo" **Análisis de estrategia:**	Observación áulica	**Est. 1:** "Experimentar. Ver qué pasa si nos equivocamos. Se puede corregir los errores más fáciles". Describe aprendizaje por prueba-error (constructivismo = ABI) **Est. 2:** "Experimentar. Ver qué pasa si la teoría es igual que la práctica. **Est. 3:** "Cambiar la metodología. Explicar cuáles son los procesos. Dar ejercicios pero que la comprensión sea mejor" Pide claridad en procesos y comprensión antes de ejercitación

	Flipped Classroom es una variante del ABI donde: Conocimiento previo = pre-indagación Preguntas en clase = indagación dirigida Dinamismo resultante = compromiso estudiantil		**Est. 4:** "La explicación debe ser precisa y explicativa, lo más sencilla posible. Tiene que coincidir con la experimentación" Valida integración teoría-práctica (ABI puro) **Est. 5:** "Clases más didácticas y claras. Enfoque en lo que está realizando. Experimentación. Ver y aplicar la teoría en la parte experimental" Síntesis de ABI: claridad, didáctica, experimentación y aplicación
Interpretación			
El desconocimiento explícito de la metodología ABI por parte de la docente responsable de Química es hallazgo crítico. Sugiere que, aunque la institución ofrece asignaturas de ciencias, falta formación docente en metodologías activas basadas en indagación, que son estándar internacional en enseñanza de ciencias.	El docente de Biología intuitivamente comprende y práctica componentes de ABI sin usar la nomenclatura. Esto posiciona a este docente como aliado estratégico para capacitación institucional en ABI. Su experiencia puede facilitar la adopción de metodología por docentes menos innovadores (como docente de Química).	El liderazgo administrativo reconoce explícitamente la ausencia de ABI como problema, lo que indica disposición a cambio a nivel institucional.	El hecho de que 5 estudiantes, sin conocimiento formal de ABI, propongan independientemente componentes de metodología que convergen en los principios del ABI, es evidencia poderosa de que los estudiantes intuitivamente reconocen que necesitan su implementación ya que el ABI es naturalmente coherente con cómo aprenden los adolescentes.

Nota. Elaboración propia– Entrevistas docentes – vicerrector y Grupo focal (ABI)

4.3.5. *Motivación actual en Química*

La motivación en aspecto práctico es BAJA a muy baja, con controversia sobre teoría.

Tabla 18

18 *Análisis Grupo Focal - Motivación*

Estudiante 1	**Estudiantes 2, 3, 4**	**Estudiante 5**
Teoría: "Alta, profunda" Práctica: "Baja (sin experimentación)" *Nota: otros 4 estudiantes "le regresaron a ver negándolo". Rechazaron su evaluación*	Motivación práctica: BAJA Razones: - Teoría confusa la práctica será imposible Est. 3: "Si no entiendes la base, tambaleas en todos los temas" - Repetición sin progreso Est. 4: "Siempre repitiendo lo mismo, lo mismo" - Disciplina de aula no ayuda Est. 4: "La disciplina del curso no ayuda" - Clase fragmentada (1-2 clases por semana, 1-2 se pierden) - Autoaprendizaje Est. 2: "En mi caso aprendo viendo video en YouTube")	Motivación: "Un poco baja" Pero: Tiene "altas expectativas sobre la asignatura" Entiende bases de química (ella SÍ comprende) Identifica variables de éxito: "Si hay bases y persona que domine tema y pueda lidiar con ambiente académico, se controla disciplina y se enfocan en clases"

Nota. Elaboración propia– Grupo Focal – Motivación

Interpretación: La motivación baja no es intrínseca a los estudiantes como lo menciona la estudiante 5, mantiene altas expectativas sobre la asignatura, se identificó que los estudiantes mantienen ambigüedad sobre enseñanza y ambiente de clase. Esto sugiere que al mejor la metodología y ambiente será un cambio radical en la motivación de la asignatura.

4.3.6. *Expectativas estudiantiles sobre laboratorio portátil*

Tabla 19

19 *Expectativas laboratorio portátil*

Sentimientos expresados	**Razones subyacentes**	**Consideraciones prácticas (Riesgos identificados)**
Est. 1: "Mejor ya que aprenderá mejor a través de experimentos" **Est. 2:** "Muy bien, muy emocionado. El hecho de ver la experimentación y cómo las fórmulas reflejan la experimentación"	Mejor aprendizaje Emoción y motivación	**Est. 4:** "Sería divertido pero peligroso" (razón: disciplina de estudiantes) **Est. 5**: "Complicado

Est. 3: "Bien porque llegaría más a la teoría. Tal vez me serviría muchísimo al salir del colegio" **Est. 4:** "Aprenderá más. No solo con la teoría ni los ejercicios que a veces ni entiende. Sino poniendo en práctica lo aprendido" **Est. 5:** "Muy divertido. Interactuar con todo lo que consta la química. Y no solo teoría y fórmulas"	Aplicabilidad futura (universidad, trabajo) Diversión Interacción	llevar a cabo" (razones: disciplina, edad de docente, ergonomía de transporte, responsabilidad por daños)

Nota. Elaboración propia– Grupo Focal (Expectativas Portafolio Portátil)

Se evidenció un apoyo unánime (5/5) al laboratorio portátil, con entusiasmo y consideraciones prácticas.

Interpretación: El apoyo unánime y entusiasta valida que estudiantes son principales beneficiarios y entienden el valor. Las preocupaciones prácticas de Est. 4 y 5 son realistas y manejables, y, de hecho, son consideraciones que fortalecen el diseño (protocolos de seguridad, capacitación docente, consideraciones ergonómicas).

4.3.7. *Relevancia de Química en vida cotidiana*

Estudiantes reconocen importancia de Química, pero sienten brecha entre conocimiento abstracto y comprensión operativa.

Tabla 20

20 *Química en la vida cotidiana*

Ejemplos reconocidos	**Brecha identificada**
- Síntesis en alimentos - Reactivos en vida diaria (cloro, etc.) - Cocina y cambios químicos - Fotosíntesis - Respiración y movimiento	"Influye en vida diaria, pero al no entenderla, no se puede explicar. No se puede comprender lo que no vemos"

Nota. Elaboración propia– Grupo Focal

Interpretación: Los estudiantes intuitivamente entienden que experimentación hace visible lo invisible. La propuesta del laboratorio portátil, al permitir observación directa de procesos químicos, resuelve esta brecha entre conocimiento teórico y comprensión operativa.

4.3.8. *Síntesis de Dimensión 2*

Tabla 21

21 *Síntesis dimensión 2*

Componente	**Docentes**	**Estudiantes**	**Acuerdo**
Metodología actual	Tradicional, planificada	Confusa, repetitiva, sin claridad	Cambio urgente necesario
Experimentación	CERO	CERO (5/5 consenso)	Deprivación crítica
Competencias reconocidas	Pensamiento crítico, resolución problemas	Reconocen intuitivamente competencias	Convergencia teórica-práctica
Conocimiento de ABI	Docente Química: nulo; Docente Biología: implícito	Intuitivamente lo piden	Capacitación docente obligatoria
Motivación actual	"Frecuente, aunque sin laboratorio"	Baja, pero contingente a enseñanza	Mejora esperada con propuesta
Apoyo a laboratorio portátil	100% factible (Vicerrector); Excelente (Docentes)	5/5 entusiasta	Apoyo institucional completo
Riesgos identificados	Capacitación docente requerida	Disciplina (manejable con protocolos)	Mitigables con protocolo

Nota. Elaboración propia– Síntesis dimensión 2

La metodología actual es inadecuada para los aprendizajes requeridos, y el laboratorio portátil conjuntamente con la capacitación docente en Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI) representa la intervención pedagógica necesaria y viable.

4.4. Triangulación de datos

En esta investigación se empleó triangulación de fuentes, contrastando la información de cuatro actores institucionales (docente de Química, docente de Biología, estudiantes del grupo focal y Vicerrector) junto con los datos obtenidos mediante la observación directa de infraestructura y recursos.

4.4.1. *Matriz de triangulación*

Tabla 22

22 Triangulación

Dimensión/Pregunta	**Docente Química**	**Docente Biología**	**Vicerrector**	**Estudiantes (5)**	**Infraestructura**	**Conclusión**
¿Existe laboratorio?	NO	NO (limitado)	NO, pero existe la proyección institucional de reabrir un laboratorio	NO (5/5)	NO (convertida aula)	AUSENCIA TOTAL
¿Hay experimentación?	NO	Muy pocas	NO	NO (5/5)	N/A	DEPRIVACIÓN CRÍTICA
¿Qué falta?	Laboratorio, ABI	Equipamiento especializado	Espacio, recursos, capacitación. no hay espacio disponible para construir ni habilitar uno convencional	Experimentación, claridad	EPP, reactivos, documentación	Múltiples limitaciones convergentes
¿Apoyo a propuesta?	Excelente	100% factible	100% importante solución inmediata y viable	5/5 entusiasta	Viable (recursos reutilizables)	Apoyo institucional COMPLETO
¿Requisitos críticos?	Capacitación ABI	Actualización protocolos	Bajo costo, sostenibilidad	Seguridad, protocolos disciplina	EPP, reposición reactivos	Diseño multidimensional necesario

Nota. Elaboración propia

4.4.2. *Análisis de la Triangulación – Convergencias*

Existe una coincidencia total entre todas las fuentes consultadas respecto a la carencia de un laboratorio funcional y la ausencia de prácticas experimentales en Química en la Unidad Educativa Juan Pablo II. Esta situación, confirmada por docentes, autoridades, estudiantes y observación directa, se ha mantenido por aproximadamente una década debido a limitaciones de infraestructura. Sin embargo, hay un consenso favorable hacia la propuesta de un laboratorio portátil: la docente de Química y el docente de Biología la valoran como una solución factible y necesaria; el Vicerrector la apoya como una alternativa inmediata ante la imposibilidad de habilitar un espacio físico a corto plazo; y los estudiantes muestran entusiasmo. Asimismo, todos los actores coinciden en que la capacitación docente es un requisito indispensable para la implementación exitosa de la propuesta, especialmente en el manejo de protocolos y metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Indagación.

4.4.3. *Análisis de la Triangulación – Divergencias*

Se observa una discrepancia significativa entre la autopercepción de la docente de Química, que califica sus clases como interactivas, y la experiencia de los estudiantes, quienes mayoritariamente las describen como confusas y repetitivas. Esta divergencia, congruente con la literatura sobre sesgos en la autoevaluación docente (García-Ruiz et al., 2021), indica que la capacitación propuesta debe abordar no solo el Aprendizaje Basado en Indagación, sino también la reflexión sobre la práctica pedagógica. Adicionalmente, surge una preocupación estudiantil respecto a la disciplina durante las prácticas, no manifestada por los docentes ni autoridades, lo que subraya la importancia de establecer protocolos de seguridad y conducta claros y estrictos para el laboratorio portátil.

4.4.4. *Hallazgos importantes*

La triangulación de datos consolidó hallazgos clave: se confirmó la ausencia total de laboratorio funcional y prácticas experimentales, configurando una privación crítica de experiencias indagatorias para estudiantes de 2.º BGU. Paralelamente, se identificó un patrimonio material subutilizado de más de 95 piezas de laboratorio y nueve tipos de reactivos sin uso pedagógico, contrastando con un déficit severo de equipo de protección personal y la inexistencia de protocolos de seguridad actualizados. La enseñanza se desarrolla predominantemente mediante metodología expositiva, con

escasa incorporación del Aprendizaje Basado en Indagación. No obstante, todas las fuentes manifestaron alta aceptación hacia la implementación del laboratorio portátil, condicionando su éxito a la capacitación docente, el fortalecimiento de protocolos de seguridad y una planificación gradual de su puesta en marcha.

4.5. Síntesis de limitaciones encontradas y su relación con la propuesta

Tabla 23

23 *Limitaciones relación con la Propuesta*

Limitación identificada	Origen	Evidencia	Cómo laboratorio portátil la resuelve
No existe laboratorio convencional	Infraestructura	Observación, docentes, estudiantes	Portabilidad permite usar múltiples espacios
Espacio no disponible dedicado	Infraestructura	Vicerrector, observación	Usa salón múltiples o aulas (flexible)
Ausencia total de experimentación	Pedagogía	Estudiantes (5/5), docentes	Proporciona prácticas estructuradas
Metodología tradicional	Pedagogía	Docentes, estudiantes, grupo focal	ABI integrado en guías didácticas
Falta de capacitación en ABI	RRHH	Docente Química desconocía ABI	Capacitación docente incluida en propuesta
Falta de EPP	Seguridad	Observación: no existe	Laboratorio portátil incluye EPP
Reactivos viejos, inutilizables	Recursos	Observación: etiquetado deficiente	Reactivos nuevos con reposición periódica
Falta de documentación	Administración	Observación: sin inventario	Crear manuales y protocolos
Baja motivación estudiantil	Pedagogía	Grupo focal: 4/5 baja	Mayor experimentación y aplicación de ABI portaran una mayor motivación

Nota. Elaboración propia

Las principales limitaciones identificadas son la ausencia de laboratorio convencional y prácticas experimentales, predominio de metodologías expositivas, déficit crítico de equipo de protección personal, falta de protocolos de seguridad y subutilización de materiales, se abordan directamente mediante la propuesta de laboratorio portátil basado en indagación. Esta alternativa viable permite: reactivar el patrimonio material existente integrándolo en un sistema portátil; promover prácticas experimentales seguras y alineadas al currículo de 2 do BGU; favorecer la implementación progresiva del Aprendizaje Basado en Indagación (ABI); y optimizar los recursos institucionales, requiriendo una inversión inicial y costos de reposición significativamente inferiores a los de un laboratorio tradicional.

CAPITULO V

Propuesta de Diseño del Laboratorio Portátil

5.1.Introducción

La propuesta se orienta al diseño de un laboratorio portátil fundamentado en el Aprendizaje Basado en Indagación para el desarrollo de competencias químicas en estudiantes de segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría. Esta propuesta responde directamente al diagnóstico institucional, a las limitaciones de infraestructura y a la evidencia teórica y empírica sobre la eficacia de los laboratorios portátiles y las metodologías activas en la enseñanza de las ciencias. El diseño integra tres componentes: Técnico-infraestructural, indican las especificaciones basadas en 95 materiales de laboratorio (plástico y vidrio) y posibles reactivos útiles presentes, pedagógico al indicar 10 guías de prácticas diseñadas específicamente para 2do BGU y de gestión al proponer protocolos de seguridad, implementación y sostenibilidad

5.2.Justificación

El diagnóstico evidenció que la Unidad Educativa Juan Pablo II dispone de materiales de laboratorio subutilizados que pueden integrarse al laboratorio portátil, garantizando su viabilidad económica al reutilizar recursos existentes y focalizar la inversión en seguridad y complementos básicos. Esta estrategia permite transformar la enseñanza teórica en aprendizaje activo mediante el modelo ABI, fortaleciendo competencias químicas y reduciendo brechas educativas frente a instituciones con mejor infraestructura. El laboratorio portátil se posiciona como una solución inmediata y autónoma ante la falta de espacio físico actual; aun si la institución habilita un laboratorio convencional a futuro, este recurso mantendrá su funcionalidad como herramienta complementaria y flexible.

5.3.Especificaciones técnicas basadas en inventario real

5.3.1. *Contenedor/maletín portátil*

- MDF
- Dimensiones: 70×45×18 cm
- Compartimentos separados y acolchados

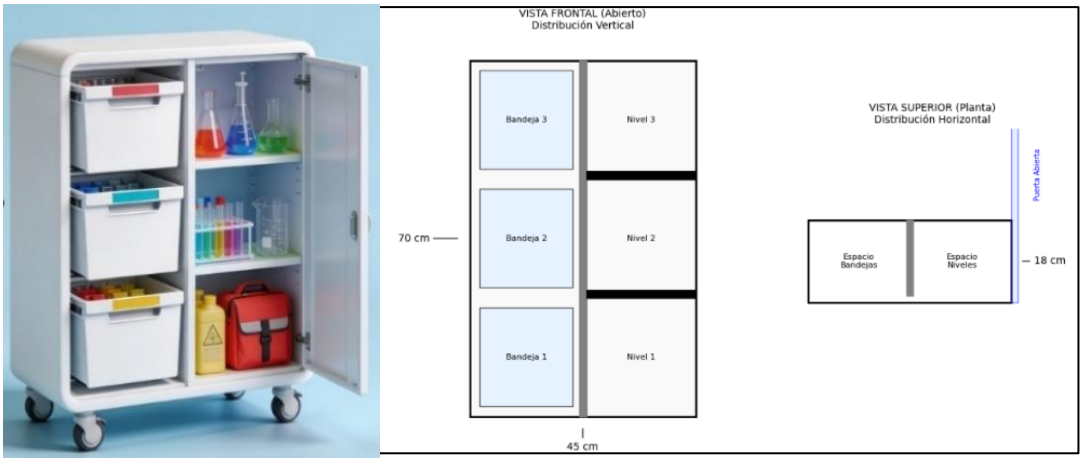
- Candados de seguridad
- Asas reforzadas y ergonómicas

Costo estimado: $100

Diagrama esquemático del contenedor portátil.

Figura 1

1 *Vista superior y frontal con distribución de compartimentos*



Nota. Elaboración propia, diagrama esquemático de referencia

5.3.2. *Material laboratorio (100% REUTILIZABLE)*

Los siguientes materiales fueron documentados durante la observación institucional y se destinan al laboratorio portátil sin costo adicional.

Tabla 24

24 *Inventario de materiales*

Tipo	**Cantidad**	**Destino Lab. portátil**
Probetas de 500-1000 ml (plástico)	6	Medición de volúmenes grandes
Probetas de 250 ml (plástico)	3	Medición moderada
Matraces Erlenmeyer	8	Reacciones de mezcla
Vasos precipitación 400 ml	4	Reacciones diversas
Tubos ensayo	15 (de 43)	Reacciones puntuales
Vidrios reloj	3 (de 5)	Evaporación
Embudos vidrio	3 (de 8)	Filtración
Varillas de vidrio	3	Agitación

Subtotal material: $0

Nota. Elaboración propia

5.3.3. *Material de soporte (100% REUTILIZABLE)*

Tabla 25

25 *Material de soporte*

Componente	Cantidad Lab. portátil
Trípodes	**2**
Rejillas metal	**2**
Anillos de hierro	**2**
Soportes universales	**2**

Subtotal material de soporte: $0

Nota. Elaboración propia

5.3.4. *Material de manipulación (100% REUTILIZABLE)*

Tabla 26

26 *Material de manipulación*

Componente	Cantidad
Varillas agitación	3
Goteros de plástico	7
Pipetas	2
Corchos de plástico	10
Gradilla	1

Subtotal material de manipulación: $0

Nota. Elaboración propia

5.3.5. *Material de calentamiento y evaporación*

Esta categoría combina materiales existentes con complementos nuevos necesarios para garantizar la seguridad y funcionalidad de las prácticas que requieren calentamiento.

Tabla 27

27 *Materiales reutilizables*

Componente	Cantidad	Estado	Costo
Mecheros de alcohol	3	EXISTENTE	$0
Morteros con pistilo	4	EXISTENTE	$0
Cápsulas de porcelana	5	EXISTENTE	$0
Crisoles	5	EXISTENTE	$0
Placas calefactoras eléctricas	2	NUEVO	$150
Triángulo cerámico	2	NUEVO	$10
Pinzas de madera	4	NUEVO	$8

Subtotal calentamiento: $168

Nota. Elaboración propia

5.3.6. *Equipos de medición*

Materiales reutilizable y materiales de complementos

Tabla 28

28 Equipo de medición

Equipo	Cantidad	Origen	Costo
Balanza granataria	1	EXISTENTE	$0
Balanza digital	1	NUEVO	$80
Papel indicador pH	Presente	EXISTENTE	$0
Medidor pH digital	1	NUEVO	$25
Cronometro	1	NUEVO	$15
Cinta métrica	1	NUEVO	$8

Subtotal medición: $128

Nota. Elaboración propia

5.3.7. *Reactivos químicos*

Se documentaron nueve tipos de reactivos existentes en la institución. Los reactivos complementarios a adquirir fueron seleccionados en función de las diez guías de prácticas diseñadas.

Tabla 29

29 Reactivos Químicos

Existentes (SIN costo)	**Complementos a adquirir**			
- ClNa (cloruro sodio) - Azufre - Sacarosa - Carbonato calcio - Carbonato sodio - Hidróxido sodio - Agua destilada - Jabón líquido - Papel indicador pH	**Reactivo**	**Cantidad**	**Uso**	**Costo**
	Vinagre blanco	500 ml	Ácido débil	$3
	Permanganato potasio	10 g	Redox	$15
	Sulfato cobre	10 g	Desplazamiento	$12
	Peróxido hidrógeno (3%)	500 ml	Reacciones	$8
	Subtotales reactivos nuevos: $38			

Nota. Elaboración propia

5.3.8. *Equipo de Protección Personal*

El diagnóstico determinó que la institución no posee equipo de protección personal. Su adquisición es obligatoria antes de cualquier práctica experimental.

Tabla 30

30 *Equipo de Protección Personal*

Componente	Cantidad	Costo
Gafas de seguridad	10 pares	$50
Guantes nitrilo	200 pares	$25
Batas de laboratorio	5	$40
Mascarillas N95	50	$15
Botiquín primeros auxilios	1	$30

Subtotal EPE: $160 (INVERSIÓN OBLIGATORIA, NO NEGOCIABLE)

Nota. Elaboración propia

5.3.9. *Documentación y manuales*

Tabla 31

31 *Documentación y manuales*

Documento	Contenido	Costo
Manual de laboratorio	Seguridad, procedimientos	$25
Guías de prácticas (10 guías)	Protocolos detallados	$40
Protocolo inventario	Sistema de registro	Digital: $0
Código de conducta	Reglas y disciplina	$10

Subtotal documentación: $75

Nota. Elaboración propia

5.3.10. *Costo total revisado de inversión inicial*

La inversión total estimada para la implementación del laboratorio portátil asciende a 669 dólares estadounidenses, considerando la adquisición de materiales complementarios, reactivos seguros, equipo de protección personal y elementos de documentación. Este valor se calculó a partir de precios promedio del mercado local y se contrasta con el costo significativamente mayor que implicaría la instalación de un laboratorio convencional.

Costo anual estimado de reposición: $250 - $350 (reactivos, consumibles, EPP)

Tabla 32

32 Costo Total

Categoría	Costo
Contenedor/maletín	$100
Material vidrio (reutilizable)	$0
Material soporte (reutilizable)	$0
Material manipulación (reutilizable)	$0
Calentamiento/complementos	$168
Equipos medición	$128

Reactivos químicos (nuevos)	$38
Equipo de Protección Personal	**$160**
Documentación	$75
TOTAL, INVERSIÓN INICIAL	**$669**

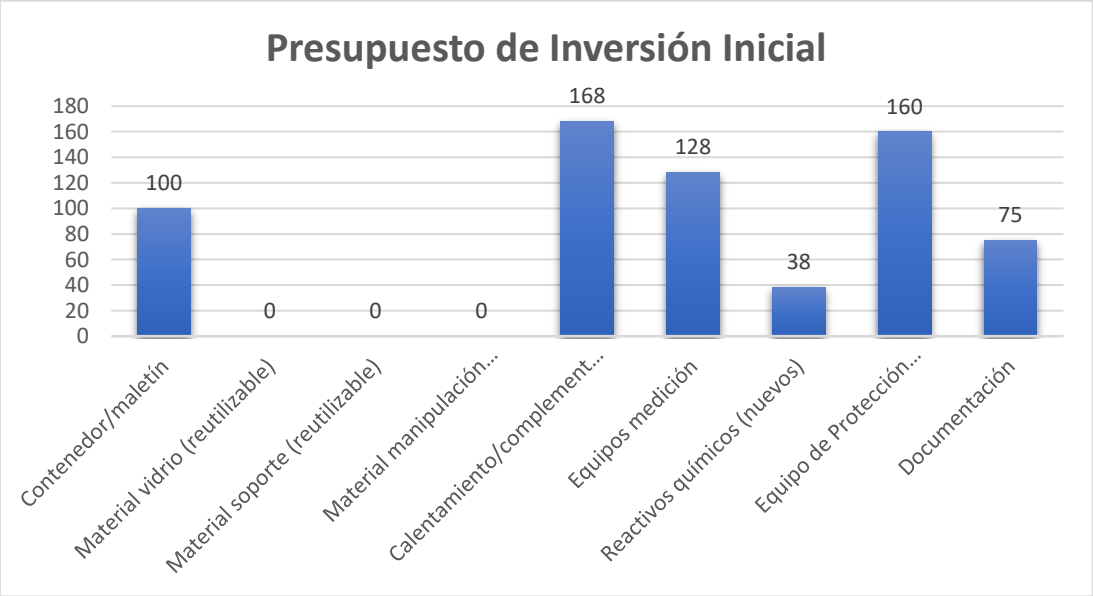
Nota. Elaboración propia

Distribución del presupuesto de inversión inicial.

En el grafico se muestra la distribución del presupuesto de inversión inicial del laboratorio portátil, donde la mayor proporción del gasto se concentra en el equipo de protección personal y en los componentes de calentamiento y complementos, seguidos de los equipos de medición, lo que refleja la prioridad otorgada a la seguridad y a la operatividad básica del laboratorio.

Gráfico 1

1 Presupuesto de Inversión Inicial



Nota. Elaboración propia

5.4.Componente pedagógico: 10 guías de prácticas para 2.º BGU

5.4.1. *Estructura general de guías*

Cada guía sigue la estructura de ABI de 5 fases:

- **Fase 1:** Planteamiento (pregunta generadora, conocimientos previos, hipótesis)
- **Fase 2:** Diseño (materiales, procedimiento, variables)
- **Fase 3:** Experimentación (ejecución, observaciones, datos)
- **Fase 4:** Análisis (interpretación, comparación con hipótesis, concepto químico)

- **Fase 5:** Reflexión (conclusiones, aplicaciones cotidianas, profundización)

Diagrama de flujo de las 5 fases del ABI.

Figura 2

2 Diagrama de flujo ABI



Nota. Elaboración propia

5.4.2. *Guías de prácticas propuestas*

PRÁCTICA 1: Reacción de neutralización ácido-base (NaOH + HCl simulado con vinagre).
Pregunta generadora: ¿Qué ocurre cuando se mezclan sustancias ácidas con básicas?

Competencias:

- Conceptual: Neutralización, sales, pH
- Procedimental: Medición, mezcla segura
- Actitudinal: Precisión, seguridad

Materiales reutilizables: Vasos precipitación, probeta, varilla de vidrio, papel indicador

Reactivos: Vinagre (existente), Hidróxido sodio (existente), Agua destilada (existente)

Concepto: Reacción exotérmica, formación de sal y agua, cambio de pH

Duración: 20 minutos

PRÁCTICA 2: Densidad de soluciones (variando concentración de ClNa).
Pregunta generadora: ¿Cómo cambia el peso de una solución al aumentar la cantidad de sal disuelta?

Competencias:

- Conceptual: Densidad, solubilidad, concentración
- Procedimental: Pesaje, cálculo matemático
- Actitudinal: Precisión, orden

Materiales reutilizables: Balanza granataria (existente), vasos, probeta, varilla
Reactivos: ClNa (existente), Agua destilada (existente)

Concepto: Densidad = masa/volumen, efecto de solutos en propiedades

Duración: 25 minutos

PRÁCTICA 3: Reacción de combustión del azufre (observación de cambio químico).
Pregunta generadora: ¿Qué sucede cuando se quema azufre? ¿Es reversible?

Competencias:

- Conceptual: Combustión, oxidación, cambio químico vs. físico
- Procedimental: Calentamiento seguro, observación
- Actitudinal: Seguridad con llama, responsabilidad

Materiales reutilizables: Mechero alcohol (existente), crisol, pinzas madera (nueva)
Reactivos: Azufre (existente)

Concepto: Reacción irreversible, dióxido de azufre, energía liberada

Duración: 15 minutos

PRÁCTICA 4: Propiedades coligativas (destilación simple de agua salada).
Pregunta generadora: ¿Podemos separar el agua de la sal mediante calor?

Competencias:

- Conceptual: Destilación, puntos de ebullición, cambio de fase
- Procedimental: Calentamiento, condensación, recolección
- Actitudinal: Paciencia, observación

Materiales reutilizables: Matraz destilación (existente), trípode, rejilla, anillo, tubo destilación
Reactivos: Agua + ClNa (existentes)

Concepto: Separación por diferencia de puntos ebullición, fases

Duración: 30 minutos

PRÁCTICA 5: Reacción de carbonatos con ácido (evolución de CO_2).
Pregunta generadora: ¿Qué sucede cuando reacciona carbonato de calcio con ácido?

Competencias:

- Conceptual: Reacción ácido-base, evolución de gas
- Procedimental: Control de reacción, captura de gas
- Actitudinal: Observación cuidadosa

Materiales reutilizables: Vasos, probeta, varilla, embudos, tubos ensayo
Reactivos: Carbonato calcio (existente), Vinagre (existente)

Concepto: CO_2 producido, identificación de gases, reacciones heterogéneas

Duración: 20 minutos

PRÁCTICA 6: Disolución y saturación (temperatura vs. solubilidad).
Pregunta generadora: ¿Influye la temperatura en cuánta sal podemos disolver?

Competencias:

- Conceptual: Solubilidad, temperatura, equilibrio
- Procedimental: Control de temperatura, formación de cristales
- Actitudinal: Paciencia, precisión

Materiales reutilizables: Vasos, probeta, varilla, mechero, vidrio reloj
Reactivos: ClNa (existente), Agua destilada (existente)

Concepto: Solubilidad es función de temperatura, cristalización

Duración: 40 minutos (con enfriamiento)

PRÁCTICA 7: Reacción exotérmica controlada (peróxido de hidrógeno + permanganato).
Pregunta generadora: ¿Qué sucede cuando mezclas estas dos sustancias? ¿Genera calor?

Competencias:

- Conceptual: Reacción exotérmica, color en reacciones
- Procedimental: Mezcla controlada, medición de temperatura
- Actitudinal: Control emocional ante cambios espectaculares

Materiales reutilizables: Vasos, termómetro, varilla, gotero
Reactivos: Peróxido hidrógeno (nuevo), Permanganato potasio (nuevo)

Concepto: Reacciones exotérmicas, energía liberada, catalizadores

Duración: 15 minutos

PRÁCTICA 8: Prueba de sacarosa con reactivo de Millon (puentes entre Química-Biología).
Pregunta generadora: ¿Cómo identificamos proteínas y azúcares en alimentos?

Competencias:

- Conceptual: Proteínas, carbohidratos, reacciones de identificación
- Procedimental: Pruebas bioquímicas, interpretación de colores
- Actitudinal: Conexión química-vida

Materiales reutilizables: Tubos ensayo, gradilla, gotero, vaso
Reactivos: Sacarosa (existente), Reactivo de Millon (existente)

Concepto: Reacciones cualitativas, análisis de alimentos

Duración: 15 minutos

PRÁCTICA 9: Propiedades de jabones (surfactantes) - formación de espuma.
Pregunta generadora: ¿Por qué el jabón líquido hace espuma? ¿Cuál es su estructura química?

Competencias:

- Conceptual: Moléculas anfipáticas, superficies de tensión
- Procedimental: Mezcla, agitación, observación
- Actitudinal: Relación química con higiene

Materiales reutilizables: Vasos, varilla, probeta, tubo ensayo
Reactivos: Jabón líquido (existente), Agua (existente), ClNa (existente)

Concepto: Estructura de moléculas surfactantes, tensión superficial

Duración: 15 minutos

PRÁCTICA 10: Preparación de disoluciones estándar (control de concentración).
Pregunta generadora: ¿Cómo preparamos una disolución de concentración exacta?

Competencias:

- Conceptual: Concentración, mol, dilución
- Procedimental: Uso de matraces aforados, cálculos
- Actitudinal: Precisión, rigor

Materiales reutilizables: Matraz aforado, probeta, varilla, vaso, gotero
Reactivos: ClNa (existente), Agua destilada (existente)

Concepto: Molalidad, molaridad, disoluciones estándar

Duración: 20 minutos

5.4.3. *Alineación de prácticas con currículo de 2.º BGU*

Estas prácticas cubren aproximadamente el 85% de los contenidos curriculares de Química de 2.º BGU y se estructuran en fases del ABI (exploración, formulación de hipótesis, experimentación, análisis y comunicación de resultados).

Tabla 33

33 *Alineación Currículo 2do BGU*

Unidad curricular	**Tema**	**Práctica**
1. Reacciones químicas	Neutralización, productos	Práctica 1, 5
2. Propiedades de sustancias	Solubilidad, densidad	Práctica 2, 6
3. Combustión y oxidación	Combustión, redox	Práctica 3, 7

4. Métodos de separación	Destilación	Práctica 4
5. Análisis cualitativo	Pruebas bioquímicas	Práctica 8
6. Química industrial	Surfactantes, aplicaciones	Práctica 9
7. Disoluciones	Concentración, preparación	Práctica 10, 2, 6

Nota. Elaboración propia

Cobertura:

Las 10 prácticas cubren ~85% de contenidos de 2.º BGU

5.5.Componente de gestión y seguridad

5.5.1. *Manual de seguridad del laboratorio portátil*

Tabla 34

34 *Manual de Seguridad*

Sección 1	Normas generales	Reglas no negociables de comportamiento Responsabilidades de usuarios Protocolo de emergencia
Sección 2	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)	Cuando usar gafas, guantes, batas Procedimiento de colocación Limitaciones de cada EPI
Sección 3	Manejo de reactivos	Almacenamiento correcto Codificación de riesgos (colores) Procedimiento ante derrames Incompatibilidades químicas
Sección 4	Operación de equipos	Mecheros de alcohol (peligros de llama) Placas calefactoras (quemaduras) Vidrio caliente vs. frío
Sección 5	Primeros auxilios químicos	Quemaduras por ácido/base Ingestión accidental Inhalación de vapores Contacto ocular
Sección 6	Desecho de residuos	Clasificación por tipo Contenedores adecuados Procedimiento de disposición

Nota. Elaboración propia

5.5.2. *Protocolo de disciplina y seguridad conductual*

Reglas no negociables (estudiantes deben firmar):

1. Usar EPP completo en todo momento durante prácticas
2. Seguir paso a paso cada procedimiento de guía (sin improvisaciones)
3. Levantar mano antes de manipular reactivos o equipos

4. No correr en área de prácticas
5. No probar ninguna sustancia sin autorización explícita
6. No realizar prestamos de materiales de otros grupos sin permiso
7. Mantener orden en el espacio de trabajo
8. Limpiar inmediatamente derrames o residuos
9. Reportar accidentes al docente de inmediato
10. Apagar llamas y desconectar equipos cuando termina práctica

Consecuencias de incumplimiento:

Advertencia verbal → Reporte a dirección → Exclusión temporal de prácticas

Figura 3

3 Protocolo de Disciplina y Seguridad



Nota. Elaboración propia

5.5.3. *Plan de capacitación docente*

Tabla 35

35 Plan Capacitación Docente

Fase 1	Fase 2	Fase 3
Capacitación inicial (previa a implementación)	Acompañamiento en aula (durante primeras prácticas)	Autonomía docente
Duración: 8-10 horas	**Duración:** Mínimo 3 prácticas	

Contenido - Metodología ABI (teoría y práctica) - Operación técnica del laboratorio portátil - Seguridad y manejo de reactivos - Dinámica de grupo focal/prácticas colaborativas **Facilitador:** Docente de Biología + investigadora **Responsable:** Vicerrector **Tiempo:** 1-2 semanas antes de implementación	**Modalidad:** Co-enseñanza (investigadora y docente juntas) **Objetivo:** Consolidar seguridad docente en manejo de laboratorio **Evaluación:** Retroalimentación continua	- Docente conduce prácticas de forma independiente - Investigadora disponible para consultas/problemas - Monitoreo de calidad mediante observación periódica

Nota. Elaboración propia

5.5.4. *Plan de implementación en fases*

Tabla 36

36 *Plan de implementación*

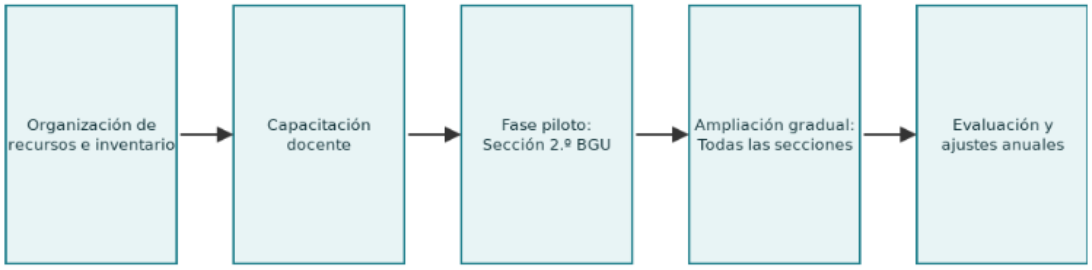
Fase 1: Piloto (Meses 1-2)	**Fase 2:** Ampliación (Meses 3-4)	**Fase 3:** Escalamiento (próximo año lectivo)	**Fase 4:** Evaluación (próximo año lectivo)
Población: 2.º BGU (1 sección, ~30 estudiantes) **Prácticas:** 4 de las 8 guías (las de menor complejidad) **Evaluación:** Retroalimentación de estudiantes y docente	**Población:** 2.º BGU (todas las secciones) **Prácticas:** 8 guías completas **Evaluación:** Competencias desarrolladas, satisfacción	**Población:** 1.º y 3.º BGU **Prácticas:** Adaptadas a nivel (menos complejas para 1.º, más para 3.º) **Extensión:** Posible uso en Biología (adaptaciones)	**Medición de indicadores,** informe final, retroalimentación

Nota. Elaboración propia

La siguiente figura presenta las fases de implementación del laboratorio portátil, desde la organización inicial de recursos hasta la evaluación y ajuste anual de la propuesta, lo que permite planificar el proceso de manera gradual y sostenible.

Figura 4

4 Diagrama de flujo - Fases de implementación



Nota. Elaboración propia

5.5.5. *Sostenibilidad operativa*

Asignación de responsabilidades:

Tabla 37

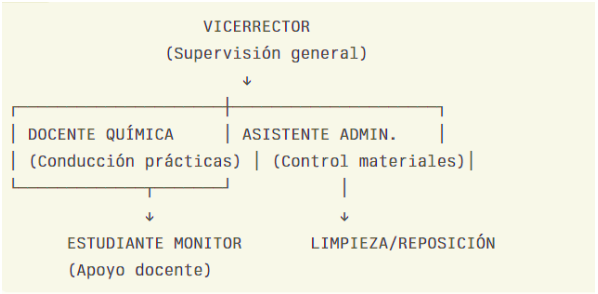
37 *Asignación de responsabilidades*

Rol	Responsabilidad	Persona
Director pedagógico	Supervisión general, decisiones	Vicerrector
Docente responsable	Conducción de prácticas, seguridad	Docente de Química
Responsable de inventario	Control de materiales, reposición	Asistente administrativo
Responsable de mantenimiento	Limpieza, reparaciones menores	Estudiante monitor o docente

Nota. Elaboración propia

Figura 4

5 Diagrama de asignación de responsabilidad



Nota. Elaboración propia

5.6.Plan de Evaluación de la Propuesta

5.6.1. *Objetivo de la evaluación*

Verificar el grado de cumplimiento de los objetivos pedagógicos del laboratorio portátil en el desarrollo de competencias químicas conceptuales, procedimentales y actitudinales en estudiantes de 2.º BGU.

5.6.2. *Modalidad de evaluación*

Se propone una evaluación en dos fases:

- Evaluación formativa (Durante); a través de listas de cotejo aplicadas al termino de cada práctica, registre la participación, el seguimiento de fases ABI y el cumplimiento de normas de seguridad.
- Evaluación sumativa (Cierre del ciclo de 10 prácticas); a través de rúbricas de competencias (conceptual, procedimental y actitudinal) que permitan comparar el desempeño estudiantil antes y despuésg de la intervención (diseño pre-test/post-test).

5.6.3. *Indicadores de éxito*

38 *Indicadores de éxito - Plan de evaluación propuesta*

Componente	**Indicador**	**Instrumento**
Técnico	Al menos el 90% de los materiales del maletín en condiciones de uso	Ficha de verificación mensual
Pedagógico	Mejora estadísticamente significativa en pruebas de competencias	Pre-test / Post-test con rúbrica
Motivacional	Incremento en participación e interés estudiantil	Escala Likert de motivación
Docente	Dominio autorreportado del ABI ≥ 70%	Encuesta de autopercepción docente post-capacitación
Seguridad	Cero incidentes durante las prácticas	Registro de incidencias

Nota. Elaboración propia

5.6.4. *Responsables y temporalidad*

La evaluación formativa sería responsabilidad del docente de Química, con acompañamiento de la Vicerrectoría. La evaluación sumativa podría articularse con investigaciones de seguimiento (líneas futuras).

5.7.Conclusión

La propuesta de laboratorio portátil basada en el Aprendizaje Basado en Indagación integró tres componentes clave para su implementación en la Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría: a) especificaciones técnicas fundamentadas en el inventario real de la institución, b) diez guías de prácticas alineadas al currículo de segundo de Bachillerato General Unificado y estructuradas según las fases del ABI, y c) protocolos de gestión y seguridad que garantizan una operación responsable y sostenible. La inversión inicial requerida se estimó en aproximadamente 669 dólares estadounidenses (USD 669), con un costo anual de reposición calculado entre 250 y 350 dólares, lo que posicionó al laboratorio portátil como una alternativa accesible y pedagógicamente sólida para la enseñanza experimental de Química en contextos de recursos limitados. Esta propuesta se configuró como una respuesta viable a la ausencia de laboratorio físico convencional, al aprovechar de manera estratégica los recursos existentes y articularlos con un enfoque metodológico activo basado en la indagación.

CAPÍTULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

6.1.Conclusiones

La presente investigación tuvo como propósito diseñar un laboratorio portátil fundamentado en el Aprendizaje Basado en Indagación para el desarrollo de competencias químicas en estudiantes de segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría. A partir de los objetivos planteados, del marco teórico y del análisis de los resultados obtenidos, se establecieron las siguientes conclusiones:

Respondiendo al primer objetivo de identificar fundamentos teóricos ABI y competencias químicas. Se corroboró que el ABI y las metodologías activas constituyen estrategias eficaces para desarrollar competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales. La evidencia teórica confirma que la indagación supera a la enseñanza tradicional expositiva, promoviendo el pensamiento crítico y la participación activa, aspectos esenciales para una construcción significativa del conocimiento científico.

Con respecto al segundo objetivo sobre las infraestructura y prácticas pedagógicas, El diagnóstico contextual realizado en la Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría confirmó la ausencia de un laboratorio funcional de Ciencias Naturales desde hace aproximadamente diez años, así como la inexistencia de prácticas experimentales de Química en el nivel de Bachillerato General Unificado.

Se constató el predominio de una metodología de enseñanza mayoritariamente expositiva y memorística, acompañada de bajos niveles de motivación estudiantil hacia la asignatura, lo que configura una deprivación pedagógica crítica para el desarrollo de competencias científicas y para el cumplimiento de los lineamientos del currículo nacional vigente.

La triangulación de la información derivada de la observación institucional, las entrevistas semiestructuradas y el grupo focal permitió identificar la existencia de un patrimonio material significativo, compuesto por más de noventa y cinco piezas de material de laboratorio y nueve tipos de reactivos químicos almacenados sin uso pedagógico. Este hallazgo evidenció que, a pesar de la ausencia de un laboratorio físico habilitado, la institución disponía de recursos suficientes para soportar la implementación de prácticas experimentales, reduciendo considerablemente los costos de inversión y haciendo viable el diseño de un laboratorio portátil.

En relación con el tercer objetivo se diseñó una propuesta de laboratorio portátil basado en el ABI, El diseño del laboratorio portátil integró un componente técnico–infraestructural, que organizó y optimizó el uso de los materiales y reactivos disponibles mediante un contenedor portátil estructurado; un componente pedagógico, conformado por diez guías de prácticas experimentales alineadas al currículo de segundo de BGU y estructuradas según las fases del Aprendizaje Basado en Indagación; y un componente de gestión, que incluyó protocolos de seguridad, disciplina y uso responsable, así como un plan de capacitación docente y un plan de implementación por fases. En conjunto, estos elementos configuraron una propuesta coherente, sistemática y adaptada a las condiciones reales de la institución.

El laboratorio portátil se erige como una alternativa replicable y sostenible para contextos con recursos limitados. Su implementación tiene la capacidad de transformar la práctica educativa, transitando de la teoría pasiva a la experimentación controlada, lo

cual favorece directamente el desarrollo de competencias químicas y reactiva el interés estudiantil por las ciencias.

6.2.**Recomendaciones**

En concordancia con las conclusiones alcanzadas y con el propósito de favorecer la implementación efectiva y sostenible del laboratorio portátil, se plantean las siguientes recomendaciones dirigidas a los distintos actores de la comunidad educativa:

A la Unidad Educativa Juan Pablo II de Fe y Alegría: Formalizar la implementación del laboratorio portátil dentro de la planificación anual y el Proyecto Educativo Institucional (PEI), asegurando la asignación presupuestaria prioritaria para la adquisición de equipos de protección personal y la reposición de reactivos.

Institucionalizar los protocolos de seguridad y disciplina diseñados, garantizando su socialización previa con la comunidad educativa. Asimismo, designar responsables específicos para el control de inventario y mantenimiento, dejando registro documental de cada uso para asegurar la sostenibilidad de los recursos.

Proyectar la adaptación del laboratorio portátil hacia otros niveles de Bachillerato y asignaturas afines (Biología y Física), optimizando la inversión y fomentando una cultura interdisciplinar de enseñanza experimental.

A la Docencia de Química: Integrar las prácticas de laboratorio en la planificación micro curricular como componentes evaluables y obligatorios, evitando su tratamiento como actividades complementarias. Esto requiere una revisión anticipada de

las guías y la verificación de materiales para asegurar el éxito pedagógico de cada sesión.

A futuras investigaciones: Desarrollar estudios de corte cuasiexperimental (con diseños de pretest, postest y grupos de control) que permitan medir cuantitativamente el impacto del laboratorio portátil en el rendimiento académico y en el desarrollo de competencias científicas, aportando evidencia empírica para futuras mejoras.

Referencias Bibliográficas

Amsen, E. (2021). Teaching Chemistry Labs from a Distance. *ACS Central Science*, *7*(5), 702-705. https://doi.org/10.1021/acscentsci.1c00539

Aragón Rodelo, L. A. (2024). Imagen de la química escolar: Una percepción construida desde las experiencias de docentes y estudiantes. *Revista Latinoamericana Ogmios*, *4*(10), 29-42.

Arteaga Herrera, E. D. (2022). Estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje de la química en estudiantes de bachillerato de Quito-Ecuador, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111868

Asamblea Constituyente, D. E. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Quito: Tribunal Constitucional del Ecuador. Registro oficial Nro*, *449*, 79-93.

Avecillas Guzmán, J. M., Cisneros Quintanilla, P., Mendoza Bravo, K. L., Avecillas Guzmán, J. M., Cisneros Quintanilla, P., & Mendoza Bravo, K. L. (2024). Estructuración de encuentros experimentales permanentes como eje dinamizador en las clases de química del bachillerato. *Revista Cubana de Educación Superior*, *43*(2), 230-245.

Balderrama Campos, J. L., & Padilla Martínez, K. (2019). Desarrollar habilidades de pensamiento científico a través de la enseñanza de reacciones químicas con enseñanza basada en la investigación—Developing scientific thinking skills through teaching chemical reaction with inquiry based teaching. *Educación química*, *30*(1), 93-110.

Barrera Cámara, R. A., Sánchez Martínez, F. E., Gutierrez López, K. G., & Canepa Saénz, A. A. (2024). Educación y Sostenibilidad Mediante Estrategias Para la Modernización de la Infraestructura de TIC en Instituciones Educativas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(5), Article 5. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13495

Bravo, M. Y. C., & Macías, E. I. P. (2025). *La experimentación como estrategia para la enseñanza-aprendizaje de disoluciones químicas en Bachillerato*.

Caballero Galván, A. S., & Castro Garzón, H. (2025). Enseñanza de la química aplicando transformación a través de la implementación de laboratorios de proyectos pedagógicos productivos. Una revisión sistemática: Teaching chemistry by applying transformation through the implementation of productive educational project laboratories. A systematic review. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)*, *3*(2), 297-318. https://doi.org/10.62131/MLAJ-V3-N2-020

Cevallos, P. A. Z., & Toala-Vera, K. L. (2024). Home experiments to promote the learning of mixtures in the subject of inorganic chemistry. *Minerva*, *5*(13), Article 13. https://doi.org/10.47460/minerva.v5i13.155

Cheruiyot, R. O., Nyongesa, P. W., & Kituyi, L. (2021). Influence of Teaching Resources in Chemistry Practicals on Performance in Chemistry Subject. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, *5*(2), 491-496.

Cheung, D. (2008). Facilitating chemistry teachers to implement inquiry-based laboratory work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *6*(1), 107-130.

Chonillo Sislema, L. O. (2025). Impacto de los kits experimentales en la formación de habilidades científicas y prácticas en alumnos de química: Una revisión sistemática (2018-2023). *Revista Científica UISRAEL*, *12*(1), 147-168. https://doi.org/10.35290/rcui.v12n1.2025.1257

Chonillo-Sislema, L., Heredia-Gavin, D., Chayña-Apaza, J., Ramos-Pineda, Z., & Sánchez-Solórzano, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Revista innova educación*, *6*(1), 71-88.

Cienytec. (s. f.). *CIENYTEC LABORATORIOS DIDACTICOS PORTÁTILES DE QUÍMICA - EXPERIMENTOS DE QUIMICA EN MALETA*. Recuperado 25 de julio de 2025, de https://www.cienytec.com/edu2quimica.htm

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. routledge.

Creswell, J. (2013). Steps in Conducting a Scholarly Mixed Methods Study. *Discipline-Based Education Research Group Speaker Series*. https://digitalcommons.unl.edu/dberspeakers/48

DelgadoSoto, J. A., Heredia-Aponte, N., Delgado-Ruiz, T. N., DelgadoSoto, J. A., Heredia-Aponte, N., & Delgado-Ruiz, T. N. (2025). Tareas Experimentales en Química para Fortalecer la Motivación en Estudiantes de Ingeniería Civil. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, *18*(2), 356-367. https://doi.org/10.37843/rted.v18i2.729

Del-Valle-Calderón, D. O., & Jiménez-Alonzo, L. D. R. (2024). QUIMIOKIT–Laboratorio de Química Portátil como estrategia de aprendizaje en modalidad hibrida [QUIMIOKIT-Portable Chemistry Laboratory as a learning strategy in hybrid mode]. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, *4*(1), 77-87.

Denzin, N. K., Lincoln, Y. S., MacLure, M., Otterstad, A. M., Torrance, H., Cannella, G. S., Koro-Ljungberg, M., & McTier, T. (2017). Critical Qualitative Methodologies: Reconceptualizations and Emergent Construction. *International Review of Qualitative Research*, *10*(4), 482-498. https://doi.org/10.1525/irqr.2017.10.4.482

Diaz Linares, G. L. (2023). Aprendizaje basado en indagación (ABI): Una estrategia para mejorar la enseñanza - aprendizaje de la química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), Article 1. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4378

Ecuador. Asamblea Nacional. (2011). La Ley Orgánica De Educación Intercultural (Ecuador). *Quito: Registro Oficial Suplemento*, *754*.

Encarnación, D. M., Morales, A., & Moreno. (2024). *Metodologías activas en la educacion—Aprendizaje Basado en Indagación.*

https://sites.google.com/view/metodologiasleaq/aprendizaje-basado-en-indagaci%C3%B3n

Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: Una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, *12*(1), 266-281.

Faicán-Juca, F., Manzano-Vela, R., Faicán-Juca, F., & Manzano-Vela, R. (2024). Investigación abierta en la práctica de laboratorio y el aprendizaje de la Química en los estudiantes de bachillerato. *Revista Cátedra*, *7*(1), 97-111. https://doi.org/10.29166/catedra.v7i1.4474

García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., & Blanco-López, Á. (2021). Perceptions of Pre-Service Secondary Science Teachers on Inquiry-Based Science Education: An Analysis of the Demographic Variables. *European Journal of Science and Mathematics Education*, *9*(4), 168-182. https://doi.org/10.30935/scimath/11205

Gómez, P. (2013). El aprendizaje por indagación. *Recuperado de http://oa. upm. es/33203/1/INVE_MEM_2013_181135. pdf*.

Guiñanzaca Vaca, J. E. (2025). Innovación Didáctica en la Enseñanza de Ciencias Experimentales: Estrategias Activas para la Formación de Competencias en Estudiantes Universitarios de Física y Química. *ARANDU UTIC*, *12*(2), 1680-1696.

INEVAL. (2024). *Ineval presentó los resultados de la evaluación nacional Ser Estudiante 2024 | Instituto Nacional de Evaluación Educativa*. https://www.evaluacion.gob.ec/ineval-presento-los-resultados-de-la-evaluacion-nacional-ser-estudiante-2024/

Intriago Terán, A. B., Zavala Baque, D. L., Morán Lozano, N. S., & Guerrero Alcívar, H. A. (2025). Simuladores y laboratorios virtuales en la enseñanza de conceptos químicos completos. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, *18*(1), 247-264.

Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based chemistry education: A systematic review. *Studies in Science Education*, *60*(2), 251-313. https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2248436

Libro, Q. (2025). *Libro de Química Segundo de Bachillerato 2025—Libros Ministerio Ecuador*. https://libros.com.ec/bg/segundo-de-bachillerato/libro-de-quimica-segundo-de-bachillerato

Linares, G. L. D. (2024). Potenciando el Aprendizaje en Química: Una Propuesta de un Modelo Didactico Enfocado en el Aprendizaje Basado en Investigación para Mejorar el Aprendizaje de los Estudiantes de Décimo y Onceavo Grado en el Municipio de Guamo. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, *8*(3), 5050-5062.

López Vargas, V. R., Fernández Arteaga, A. M., Ostaiza Cedeño, K. M., & Ostaiza Cedeño, F. I. (2024). Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en recursos digitales para la enseñanza de ciencias naturales: Una propuesta de modelo. *Polo del Conocimiento*, *9*(10), Article 10. https://doi.org/10.23857/pc.v9i10.8248

Manarisip, A. J., Adawiyah, R., & Handayani, S. (2023). Competencies of Chemistry Teachers and Prospective Teachers: A Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(SpecialIssue), 191-197. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.6031

Manzano, J. S., Hou, W., Zalesskiy, S. S., Frei, P., Wang, H., Kitson, P. J., & Cronin, L. (2022). An autonomous portable platform for universal chemical synthesis. *Nature Chemistry*, *14*(11), 1311-1318.

Mercalab. (2025, julio 4). *Material de Laboratorio Escolar: Guía para la Enseñanza de Ciencias*. Mercalab. https://mercalab.com/blogs/noticias/material-laboratorio-escolar

Mercier, V. B., Scholten, U., Baltensperger, R., Gremaud, L., & Dabros, M. (2021). Distance Teaching in Chemistry: Opportunities and Limitations. *CHIMIA*, *75*(1-2), Article 1-2. https://doi.org/10.2533/chimia.2021.58

Ministerio de Educación. (2013). *Lineamientos f isica_quimica_2*. SlideShare. https://es.slideshare.net/slideshow/lineamientos-f-isicaquimica2/13887567

Ministerio de Educación. (2016). *Bachillerato General Unificado – Ministerio de Educación*. https://educacion.gob.ec/curriculo-bgu/

Morales, C. (2017, febrero 20). *Materiales y Reactivos de Laboratorio Escolar | PDF | Sustancias químicas | Compuestos químicos*.

https://es.scribd.com/document/339836733/Lista-de-Materiales-Basicos-Del-Laboratorio-Escolar

Neupane, B., Sharma, A., & Pandeya, S. (2021). *Soya chunks-bamboo toothpick molecular model: An Eco-friendly model for Chemistry teaching in resource-limited settings*. Engineering Archive. https://doi.org/10.31224/osf.io/e7pjq

Nzomo, C. M., Rugano, P., & Njoroge, J. M. (2023). Relationship between inquiry-based learning and students' attitudes towards chemistry. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, *12*(2), 991.

Objetivos de Desarrollo Sostenible. (2015). Objetivos de desarrollo sostenible. *Naciones Unidas. Recuperado de https://www. mspglobal2030. org/wpcontent/uploads/2020/11/MSPglobal_Flyer_SDGs_ES_web. pdf*.

Ocampo Jaramillo, S. R. (2024). Incorporación de Nuevas Tecnologías en la Enseñanza-Aprendizaje de la Química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(1), 10762-10772.

Orrego Riofrío, M. C., Castillo Villacrés, H., Machado Maliza, M., Cangas Oña, X., & Iglesias Quintana, J. X. (2019). Problemas actuales en la enseñanza de la Química a alumnos de bachillerato. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/1810

Pastor, C. A. (2019). Diseño Universal para el Aprendizaje: Un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación educativa*, *6*(9), 55-68.

Pico, L. F. (2022). *Prácticas pedagógicas silvestres en la enseñanza de la asignatura de Química para los estudiantes de primero de Bachillerato.* [masterThesis, Ambato: Universidad Tecnològica Indoamèrica]. https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/5704

Pino, M. Y. (2020). *Desarrollo cognitivo en el área de Ciencias Naturales en Educación General Básica Superior de la Unidad Educativa Fisco Misional Juan Pablo II, cantón Loreto provincia de Orellana.* http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7358

Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 – Ministerio de Economía y Finanzas. (s. f.). Recuperado 8 de febrero de 2026, de https://www.finanzas.gob.ec/contribucion-

del-ministerio-al-cumplimiento-del-plan-nacional-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025/

Qin, T., Cook, M., & Courtney, M. (2021). Exploring Chemistry with Wireless, PC-Less Portable Virtual Reality Laboratories. *Journal of Chemical Education*, *98*(2), 521-529. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00954

Ramadani, F., & Pejchinovska-Stojkovikj, M. (2023). THE IMPACT OF EXPERIMENT-BASED TEACHING ON LEARNING THE SUBJECT CHEMISTRY IN LOW SECONDARY EDUCATION. *International Journal of Education Teacher*, *25*, 82-91.

Ramos Caballero, E. J., ArgüelloSuárez, I. D., & Pérez Polo, I. D. (2025). Metodologías Activas: Desarrollo de las Competencias Científicas en Estudiantes de la Media Académica. *Unaciencia, Revista de Estudios e Investigaciones*, *18*(34), 4-26. https://doi.org/10.35997/unaciencia.v18i34.841

Recoco, R. P., Colaler, N. B., Mirando, M. M. L., Perez, L. E., Rivera, S. A. B., & Rubio, C. M. S. (2025). Evaluation of Science Laboratories on Academic Engagement. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, *9*(3s), 2136-2163.

Recursos Aula (Director). (2020, julio 29). *Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=qFKoR7NaxNw

Reina, M., Reina, A., Reina, M., & Reina, A. (2021). Seguridad en el laboratorio: Una aproximación práctica. *Educación química*, *32*(4), 45-58. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78772

Rojas, C. P. A., Cabadiana, L. L. P., Granado, K. E. R., Cedeño, K. M. V., & Pancho, J. A. G. (2024). Metodologías Activas Basadas en la Indagación Guiada: Un Enfoque para el Desarrollo de Habilidades Científicas en Ciencias Naturales: Caso de Estudio en Escuela Secundaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(5), 10930-10944.

Saidanvar, U., & Farkhod, S. (2022). EXPERIMENT AS A SPECIFIC METHOD OF TEACHING CHEMISTRY. *Problemas Actuales En El Sistema Educativo: Institución de Educación Secundaria – Preparación Preuniversitaria – Institución de Educación Superior*, (2), Article 2. https://doi.org/10.18372/2786-5487.1.16601

Samson, F., Shidende, D., & Moebs, S. (2024). *Accessible augmented reality chemistry lab for students in developing countries*. 1-10.

Sigmann, S. (2018). Chemical safety education for the 21st century—Fostering safety information competency in chemists. *Journal of Chemical Health & Safety*, *25*(3), 17-29. https://doi.org/10.1016/j.jchas.2017.11.002

Silva Cujano, C. O. (2023). *Evaluación de prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química a estudiantes de primero de bachillerato de la unidad educativa "Carlos Maria de la Condamine* [masterThesis, Universidad Nocional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11725

Sulistina, O., Tiara, F. A., & Habiddin, H. (2021). Chemical literacy skills on competencies and attitude aspects of senior high school students. *AIP Conference Proceedings*, *2330*(1), 020041. https://doi.org/10.1063/5.0043343

Torres-Toukoumidis, A., Caldeiro-Pedreira, M., & Mäeots, M. (2020). Aprendizaje basado en la indagación en el contexto educativo español. *Luz*, *19*(3), 3-18.

Twizeyimana, E., Shyiramunda, T., Dufitumukiza, B., & Niyitegeka, G. (2024). Teaching and learning science as inquiry: An outlook of teachers in science education. *SN Social Sciences*, *4*(2), 40.

Urdanivia Alarcón, D. A., Talavera-Mendoza, F., Rucano Paucar, F. H., Cayani Caceres, K. S., & Machaca Viza, R. (2023). *Science and inquiry-based teaching and learning: A systematic review*. *8*, 1170487.

Urquizo Cruz, E. P., & Poma Pardo, G. A. (2023). *Implementación del Laboratorio Portátil para el aprendizaje experimental de Química, con estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Milton Reyes* [bachelorThesis, Riobamba]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11569

Varela Miranda, R. E. (2021). *MIT Solve*. Solve. https://solve.mit.edu/solutions/52362

Vicuña, O. M., & Barrera, J. H. de. (2019). Evaluación de investigaciones desde una comprensión holística. *Mérito - Revista de Educación*, *1*(1), 60-79. https://doi.org/10.33996/merito.v1i1.6

Vizcarra Sánchez, Y. A., & Vizcarra Gavilán, A. M. (2021). El laboratorio portátil: Herramienta efectiva de enseñanza de la química en entornos rurales. *Educación química*, *32*(2), 37-52. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.72724

Volkova, S. A. (2018). Formation Of Subject Competencies In The Learning Of Chemistry. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences, Education Environment for the Information Age*. https://doi.org/10.15405/epsbs.2018.09.02.94

Wang, L. (2024). Research on the Optimization and Practice of High School Chemistry Experiment Teaching under the New Curriculum Standard. *Frontiers in Educational Research, 7*(12). https://doi.org/10.25236/FER.2024.071207

Wirojsaengthong, S., Aeungmaitrepirom, W., Unob, F., Fuangswasdi, S., Varanusupakul, P., Mueangdech, K., Treetos, T., & Puthongkham, P. (2023). Portable Quantitative Chemical Analysis: Digital Image Colorimetric Detection of Fe(III) with Curcumin Paper. *Journal of Chemical Education*, *100*(9), 3604-3611. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00483

Yánez Romero, M. E. (2024). Integración efectiva de las TIC en la enseñanza de química: Estrategias innovadoras para la docencia universitaria. *Revista social fronteriza*, *4*(2), e42181-e42181.

Zambrano Rivas, G. M., & Batista Zaldívar, M. A. (2024). Optimization and evaluation of experimental practices in inorganic chemistry: Advances and perspectives. *.: .: Multidisciplinaria de Investigación Científica*, *5*(13), 109-116.

Anexos

Anexo 1

1 Consentimiento Uso del nombre Institucional



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL USO DEL NOMBRE INSTITUCIONAL
TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Palomo Lema Katherin A. con CI 1726658113, estudiante de la Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Química y Biología, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador, actualmente me encuentro realizando el trabajo de Titulación: **"Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato"**

El trabajo de titulación es de tipo investigativo tiene como objetivo principal: **Diseñar un laboratorio portátil fundamentado en la indagación para el fortalecimiento de competencias químicas en estudiantes de 2do BGU de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría.**

Para llevar a cabo esta investigación deseo su colaboración y aprobación para el uso del nombre de la institución Unidad Educativa Fiscomisional Juan Pablo II de Fe y Alegria que usted en calidad de rectora dirige.

La información que se obtenga será empleada únicamente para fines académicos e investigativo, y se velará por el hecho de resguardar la identidad de los colaboradores.

Para cualquier duda o sugerencia, puede contactarse con mi persona.al correo electrónico kapalomo@puce.edu.ec al número telefónico 0997374206.

Atentamente,

Palomo Lema Katherin A.

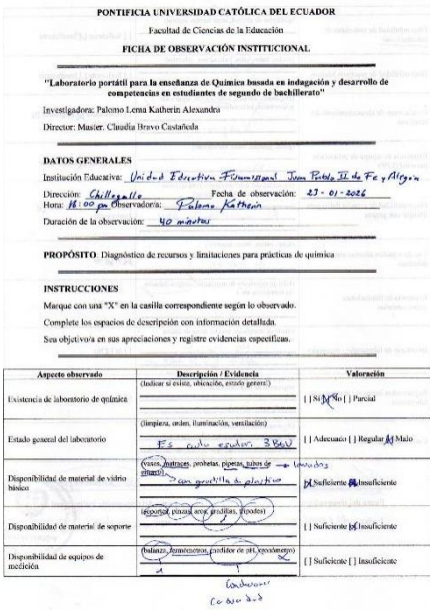
Aprobado por:

Nombre: MSc. Marlene Gavilia
RECTORA
Quito, a 28 dias de enero del 2026

Unidad Educativa Fiscomisional JUAN PABLO II
RECTORADO
FE Y ALEGRIA

Anexo 2

2Ficha de Observación Institucional



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
Facultad de Ciencias de la Educación
FICHA DE OBSERVACIÓN INSTITUCIONAL

"Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato"

Investigadora: Palomo Lema Katherin Alexandra
Director: Master. Claudia Bravo Castañeda

DATOS GENERALES

Institución Educativa: Unidad Educativa Fiscomisional Juan Pablo II de Fe y Alegría
Dirección: Chillogallo Fecha de observación: 23-01-2026
Hora: 16:00 pm Observadora: Palomo Katherin
Duración de la observación: 40 minutos

PROPÓSITO: Diagnóstico de recursos y limitaciones para prácticas de química

INSTRUCCIONES

Marque con una "X" en la casilla correspondiente según lo observado.
Complete los espacios de descripción con información detallada.
Sea objetivo/a en sus apreciaciones y registre evidencias específicas.

Aspecto observado	Descripción / Evidencia	Valoración
Existencia de laboratorio de química	(Indicar si existe, ubicación, estado general.)	[ ] Si [X] No [ ] Parcial
Estado general del laboratorio	(limpieza, orden, iluminación, ventilación) Es aula equipada BGU	[ ] Adecuado [ ] Regular [X] Malo
Disponibilidad de material de vidrio básico	(vasos, matraces, probetas, pipetas, tubos de ensayo) algunos con graduación de plástico	[X] Suficiente [X] Insuficiente
Disponibilidad de material de soporte	(soporte, pinza, aros, gradillas, morteros)	[ ] Suficiente [X] Insuficiente
Disponibilidad de equipos de medición	(balanza, termómetros, medidor de pH, cronómetro)	[ ] Suficiente [ ] Insuficiente



Disponibilidad de materiales de calentamiento	(mecheros de alcohol, otras fuentes seguras)	[ ] Suficiente [X] Insuficiente
Disponibilidad de reactivos básicos	(ácidos, bases, sales, indicadores, solventes) Ninguno	[ ] Suficiente [ ] Insuficiente
Condiciones de almacenamiento de reactivos	(etiquetado, envases, señalización, separación de incompatibles, inflamables) X algunos	[ ] Adecuadas [X] Regulares [X] Inadecuadas
Existencia de equipo de protección personal (EPP)	(gafas, guantes, batas, mascarillas) Ninguno	[ ] Suficiente [X] Insuficiente
Disponibilidad de espacio físico para trabajar con grupos	(capacidad del aula/laboratorio para un curso completo en actividades prácticas) El aula Bach. BGU	[ ] Adecuado [ ] Limitado [X] Inadecuado
Uso de espacios alternativos para prácticas	(aulas, patios, otros: describir) Si existe	[X] Si [X] No
Evidencia de limitaciones presupuestarias	(falta de reposición de materiales, equipos dañados sin reemplazo, etc.)	[X] Si [ ] No
Inventario de laboratorio / materiales	listado de materiales, estado, fecha de última actualización No existe pero se dejo por escrito	[ ] Si [X] No
Reglamentos internos / manuales de laboratorio	normas de uso, seguridad, mantenimiento, asignación de responsabilidades No evidencia	[ ] Si [X] No
Comentarios generales	Observaciones relevantes Existe material para trabajar y para hacer uso para las clases prácticas	

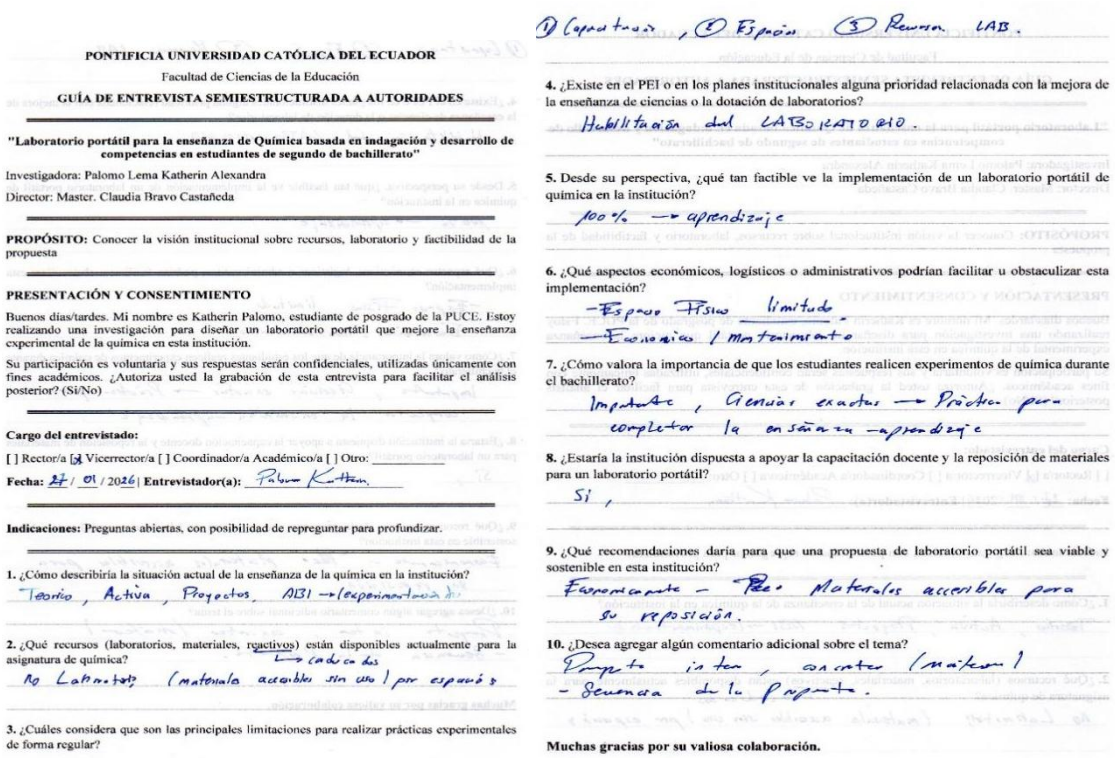
Firma del observador/a
Fecha: 23/01/2026

Firma del responsable institucional
Cargo: Vicerrector

VICERECTORADO FE Y ALEGRIA

Anexo 3

3 *Guía de entrevista semiestructurada a autoridades*



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

Facultad de Ciencias de la Educación

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA A AUTORIDADES

"Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato"

Investigadora: Palomo Lema Katherin Alexandra

Director: Master. Claudia Bravo Castañeda

PROPÓSITO: Conocer la visión institucional sobre recursos, laboratorio y factibilidad de la propuesta

PRESENTACIÓN Y CONSENTIMIENTO

Buenos días/tardes. Mi nombre es Katherin Palomo, estudiante de posgrado de la PUCE. Estoy realizando una investigación para diseñar un laboratorio portátil que mejore la enseñanza experimental de la química en esta institución.

Su participación es voluntaria y sus respuestas serán confidenciales, utilizadas únicamente con fines académicos. ¿Autoriza usted la grabación de esta entrevista para facilitar el análisis posterior? (Sí/No)

Cargo del entrevistado:

[ ] Rector/a [x] Vicerrector/a [ ] Coordinador/a Académico/a [ ] Otro: _____

Fecha: 27 / 01 / 2026 **Entrevistador(a):** Palom Kathe

Indicaciones: Preguntas abiertas, con posibilidad de repreguntar para profundizar.

1. ¿Cómo describiría la situación actual de la enseñanza de la química en la institución?
Teorico, Activa, Proyectos, ABI → (experimentación)

2. ¿Qué recursos (laboratorios, materiales, reactivos) están disponibles actualmente para la asignatura de química? → cada dos
No Laboratorio (material accesible sin uso / por espacio

3. ¿Cuáles considera que son las principales limitaciones para realizar prácticas experimentales de forma regular?
1) Capacitación, 2) Espacio, 3) Reactivos. LAB.

4. ¿Existe en el PEI o en los planes institucionales alguna prioridad relacionada con la mejora de la enseñanza de ciencias o la dotación de laboratorios?
Habilitación del LABORATORIO.

5. Desde su perspectiva, ¿qué tan factible ve la implementación de un laboratorio portátil de química en la institución?
100% → aprendizaje

6. ¿Qué aspectos económicos, logísticos o administrativos podrían facilitar u obstaculizar esta implementación?
- Espacio Físico limitado.
- Economico / Mantenimiento

7. ¿Cómo valora la importancia de que los estudiantes realicen experimentos de química durante el bachillerato?
Importante, Ciencias exactas → Prácticas para completar la enseñanza → aprendizaje

8. ¿Estaría la institución dispuesta a apoyar la capacitación docente y la reposición de materiales para un laboratorio portátil?
Si,

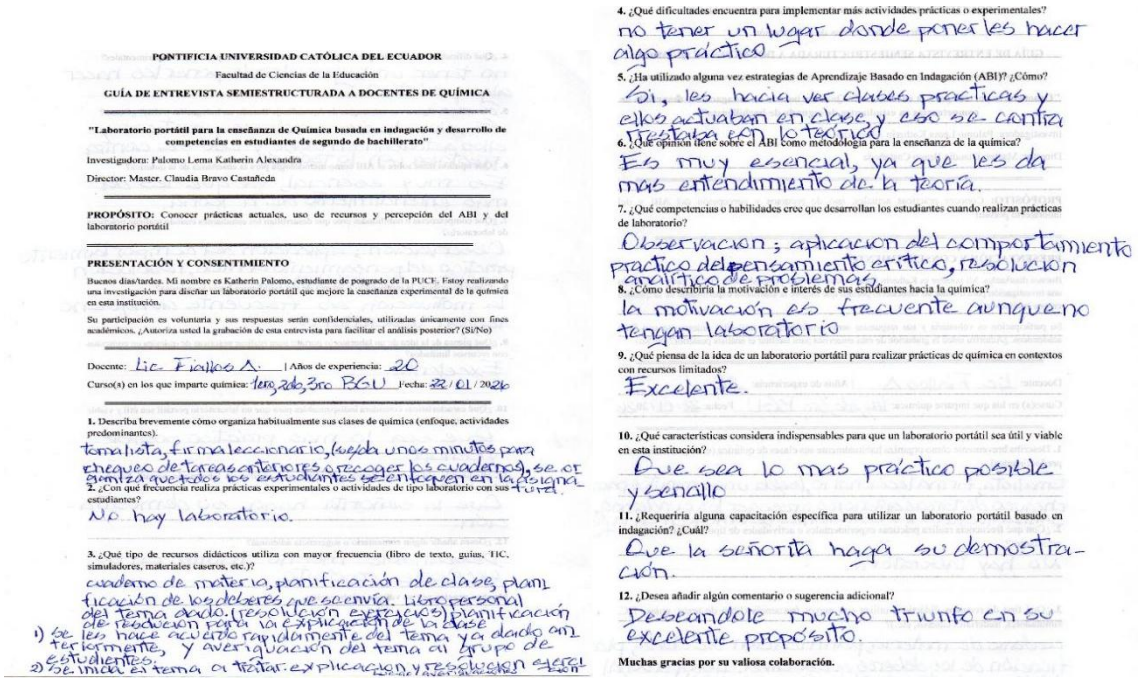
9. ¿Qué recomendaciones daría para que una propuesta de laboratorio portátil sea viable y sostenible en esta institución?
Económicamente - Pocos Materiales accesibles para su reposición.

10. ¿Desea agregar algún comentario adicional sobre el tema?
Propuesta interesante, sacarles (maitem)
- Secuencia de la propuesta.

Muchas gracias por su valiosa colaboración.

Anexo 4

4 Guía de entrevista semiestructurada a Docente de Química



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

Facultad de Ciencias de la Educación

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA A DOCENTES DE QUÍMICA

"Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato"

Investigadora: Palomo Lema Katherin Alexandra

Director: Master. Claudia Bravo Castañeda

PROPÓSITO: Conocer prácticas actuales, uso de recursos y percepción del ABI y del laboratorio portátil

PRESENTACIÓN Y CONSENTIMIENTO

Buenos días/tardes. Mi nombre es Katherin Palomo, estudiante de posgrado de la PUCE. Estoy realizando una investigación para diseñar un laboratorio portátil que mejore la enseñanza experimental de la química en esta institución.

Su participación es voluntaria y sus respuestas serán confidenciales, utilizadas únicamente con fines académicos. ¿Autoriza usted la grabación de esta entrevista para facilitar el análisis posterior? (Sí/No)

Docente: Lic. Frallos A. | Años de experiencia: 20

Curso(s) en los que imparte química: 1ero, 2do, 3ro BGU Fecha: 22 / 01 / 2026

1. Describa brevemente cómo organiza habitualmente sus clases de química (enfoque, actividades predominantes).
teoria/lista, firma/leccionario, (espera unos minutos para) entrega de tareas anteriores o recoger los cuadernos, se organiza que todos los estudiantes se enfoquen en la asigna

2. ¿Con qué frecuencia realiza prácticas experimentales o actividades de tipo laboratorio con sus estudiantes?
No hay laboratorio.

3. ¿Qué tipo de recursos didácticos utiliza con mayor frecuencia (libro de texto, guías, TIC, simuladores, materiales caseros, etc.)?
cuaderno de materia, planificación de clase, planificación de los deberes que se envía. Libro personal del tema dado. (resolución ejercicios) planificación de recursos para la explicación de la clase
1) se les hace acuerdo rapidamente del tema ya dado anteriormente, y averiguación del tema en grupo de estudiantes.
2) se inicia el tema a tratar: explicación y resolución ejercicios con

4. ¿Qué dificultades encuentra para implementar más actividades prácticas o experimentales?
no tener un lugar donde poner les hacer algo práctico

5. ¿Ha utilizado alguna vez estrategias de Aprendizaje Basado en Indagación (ABI)? ¿Cómo?
Si, les hacia ver clases practicas y ellos actuaban en clase, y eso se cantia trabajaba con la teoria

6. ¿Qué opinión tiene sobre el ABI como metodología para la enseñanza de la química?
Es muy esencial, ya que les da mas entendimiento de la teoria.

7. ¿Qué competencias o habilidades cree que desarrollan los estudiantes cuando realizan prácticas de laboratorio?
Observacion; aplicacion del comportamiento practico del pensamiento critico, resolucion analitico de problemas

8. ¿Cómo describiría la motivación e interés de sus estudiantes hacia la química?
la motivacion es frecuente aunque no tengan laboratorio

9. ¿Qué piensa de la idea de un laboratorio portátil para realizar prácticas de química en contextos con recursos limitados?
Excelente.

10. ¿Qué características considera indispensables para que un laboratorio portátil sea útil y viable en esta institución?
Que sea lo mas práctico posible y sencillo

11. ¿Requeriría alguna capacitación específica para utilizar un laboratorio portátil basado en indagación? ¿Cuál?
Que la señorita haga su demostracion.

12. ¿Desea añadir algún comentario o sugerencia adicional?
Deseandole mucho triunfo en su excelente propósito.

Muchas gracias por su valiosa colaboración.

Anexo 5

5 Guía De Entrevista Semiestructurada A Docente Del Área De Ciencias Naturales

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

Facultad de Ciencias de la Educación

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA A DOCENTE DEL ÁREA DE CIENCIAS NATURALES

Pregunta	**Respuesta del Docente de Biología**
Datos generales	
Años de experiencia docente	15 años
Asignaturas que imparte	Biología
Sobre metodología de enseñanza	
¿Qué metodología utiliza en sus clases?	Implementa **Flipped Classroom** (aula invertida): anticipa los temas a los estudiantes, les pide que lleguen con conocimientos previos y preguntas al aula. Utiliza videos de YouTube, material audiovisual, presentaciones con Genially y Canva. Cuando los estudiantes vienen con preguntas, la clase se dinamiza y es mucho más activa.
Sobre prácticas experimentales	
¿Con qué frecuencia realiza prácticas experimentales?	Muy pocas prácticas. En Física realiza más que en Biología. En Química históricamente se realizaban más que en Biología.
¿Por qué se realizan pocas prácticas?	Por falta de equipamiento especializado. No hay microscopios ni otros equipos necesarios para Biología.
¿Cuánto tiempo lleva la institución sin laboratorio funcional?	Aproximadamente **8-10 años** sin laboratorio operativo.
Sobre Aprendizaje Basado en Indagación (ABI)	
¿Conoce o aplica el ABI?	No mencionó el término ABI específicamente, pero **aplica implícitamente sus principios** mediante Flipped Classroom: conocimiento previo (pre-indagación), preguntas en clase (indagación dirigida), dinamismo y participación activa.
Sobre competencias y experimentación	
¿Qué competencias desarrolla la experimentación?	Manejo de instrumental, conocimiento de elementos químicos, habilidades prácticas de laboratorio.
¿Qué ocurre con estudiantes sin experiencia de laboratorio?	Los estudiantes que llegan a la universidad sin haber realizado prácticas **"se quedan cortos"** comparados con estudiantes de colegios que sí tuvieron laboratorio. Desconocen el instrumental y esto representa una brecha de competencias muy importante.
Sobre la propuesta de laboratorio portátil	
¿Considera factible un laboratorio portátil?	**100% factible**. Considera que esta propuesta se podría manejar no solamente en esta institución, sino en muchísimas instituciones educativas con pocos recursos.
¿Qué obstáculos identifica para implementarlo?	Falta de **actualización de protocolos** debido al tiempo prolongado (8-10 años) sin realizar prácticas de laboratorio. Los docentes necesitarían capacitación para retomar procedimientos.
Observaciones adicionales	
Rol potencial en la propuesta	Puede ser **aliado estratégico** para la capacitación en ABI, dado que ya implementa metodologías activas (Flipped Classroom). Su experiencia puede facilitar la adopción por parte de docentes menos innovadores.

Anexo 6

6 Guía De Grupo Focal Con Estudiantes

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

Facultad de Ciencias de la Educación

GUÍA DE GRUPO FOCAL CON ESTUDIANTES

Estudiante 1	**Estudiante 2**	**Estudiante 3**	**Estudiante 4**	**Estudiante 5**
PREGUNTA 1: ¿Cómo son las clases de Química actualmente?				
Las clases son interactivas. La licenciada nos hace pasar al pizarrón para que vayamos aprendiendo. Lo más común es fórmulas, materia y ecuaciones.	No sabemos tener muchas clases. Repite los temas. Se lo mandan en sus horas libres porque se demoran mucho en calificar. También le hacen la conversa. No se aprende mucho.	Solamente tenemos una clase en el pizarrón con fórmulas. En la mayoría no entendemos porque la licenciada se confunde, se pierde del tema y comienza a dar ejemplos que luego confunden a los estudiantes. Cuando se pregunta, vuelve a repetir, pero nos confunde mejor.	Muchas veces la profesora no da una clase concreta porque no puede expresarse de manera adecuada. Vuelve a repetir el mismo tema las veces necesarias, pero da ejemplos que confunden y hacen perder.	La licenciada no tiene una metodología adecuada para dar sus clases. Algunos profesores tienen materias difíciles, pero se les entiende, son más dinámicas. Ella empieza a resolver sola el ejercicio y luego se pierde en la explicación. No hay mucha disciplina. Si ella no toma en serio la asignatura, los estudiantes tampoco.
PREGUNTA 2: ¿Han realizado actividades experimentales en Química?				
No hemos hecho ninguna actividad experimental. **Nunca.**	Ninguna, ninguna hemos hecho.	No, solo teoría.	No, solo hemos realizado teoría.	(Confirma) Solo es teoría y no práctica.
Consenso **5/5 estudiantes confirman: CERO experimentación**				
PREGUNTA 3: ¿Cómo les gustaría aprender Química?				
Experimentar. Ver qué pasa si nos equivocamos en una fórmula. En el aspecto experimental se puede corregir los errores más fáciles.	A través de videos de YouTube y a través de la experimentación.	Que cambie la metodología. Explicar cuáles son los procesos de cada elemento. Dar ejercicios pero que la comprensión sea mejor.	La explicación de la clase debe ser bien precisa y explicativa, lo más sencilla posible. Tiene que coincidir con la experimentación.	Que la licenciada haga sus clases más didácticas y claras. Que se enfoque en lo que está realizando. Con la experimentación sería más sencillo ver y aplicar la teoría en la parte experimental. Ver elementos como el potasio, el calcio, si tienen esas
Me sentiría mejor ya que aprendería más a través de experimentos y operaciones.	Me sentiría muy bien, muy emocionado. El hecho de ver la experimentación y cómo las fórmulas reflejan la experimentación.	Me sentiría bien porque llegaría más a la teoría. Tal vez les serviría muchísimo al salir del colegio.	Me va a hacer mucho porque voy a aprender más. No solo con la teoría ni los ejercicios que a veces ni entiende, sino poniendo en práctica lo aprendido.	Sería muy divertido interactuar con todo lo que consta la química. Y no solo teoría y fórmulas, practicando.
Consenso **5/5 estudiantes expresan entusiasmo y expectativas positivas**				
PREGUNTA 5: ¿Creen que la Química influye en su vida diaria?				
Si, hasta en la pobreza de la mesa influye la química para su unión. Dos componentes peligrosos se pueden unir para formar algo tan simple y comestible.	Si influye en la vida diaria, pero al no entenderla, no se puede explicar. No se puede comprender lo que no vemos, no entendemos. Pero en realidad si está actuando todo el tiempo la química.	Influye bastante ya que tenemos alrededor elementos como el cloro que usamos diariamente. Saber de esos elementos que forman parte de nuestra vida es en sí saber química.	Sí, se puede deber desde los residuos hasta las cosas que podemos comer en los enlatados. También cuando cocinamos, en el carbón también están elementos químicos.	Es esencial porque la química está en todo. En la fotosíntesis que realizan las plantas. Es esencial para nuestro entorno y forma parte de nosotros y nuestro diario vivir.
Consenso **5/5 reconocen importancia de la Química en vida cotidiana, pero sienten brecha entre conocimiento abstracto y comprensión operativa**				
PREGUNTA 6 (Pregunta 8 del dictado): ¿Qué opinan de un laboratorio portátil?				
Sería algo muy emocionante. Podemos llevar la clase a otro nivel. Sería algo fabuloso para nuestra generación.	Quisiera saber de qué se trata la idea. ¿Qué tan portátil será? ¿Qué tan aplicable de la teoría? ¿Qué tan eficiente puede ser?	Para mí sería bastante interesante porque solamente hemos visto reacciones en videos o experimentos en videos. No sabemos ciertamente cómo los elementos se unen, cómo se producen reacciones. Al saber algo que es portátil, sería muy	Sería muy divertido, pero también peligroso, porque sabemos cómo son los estudiantes de la disciplina, que a veces ni en el aula se pueden controlar bien. Sin embargo, sería algo muy interesante, algo nuevo, algo novedoso para poder aprender de forma didáctica y no solo con ejercicios en la pizarra.	Es un poco complicado llevar a cabo ya que la disciplina de los estudiantes no es muy buena. También para la profesora va a ser complicado por su edad. No sería tan portátil en los pisos superiores. Hay que tener en cuenta que el laboratorio tiene que estar en una posición o romper algo de ahí adentro puede causar problemas.
Consenso **5/5 aprovan la idea: 2/5 expresan preocupaciones sobre disciplina y logística (manejables)**				
PREGUNTA 7: ¿Cómo evalúan su motivación actual en Química (teórica y práctica)?				
Teoría: Alta (profundiza bien). **Práctica: Baja** (sin experimentación). *Nota: Los otros 4 estudiantes lo miraron negando su evaluación de teoría alta.*	**Baja** en todo el ámbito práctico y experimental. Incluso en teoría no se hace entender bien. A veces tiene que repetir la clase 2 o 3 veces. Él aprendió viendo internet.	**Baja.** Al no tener una base para entender bien desde el principio, es como tambalear en todos los temas. Si no le entiende y no tienes el conocimiento, no lo puedes practicar.	**Baja.** No siempre se le entiende a la licenciada. Siempre están repitiendo lo mismo. La disciplina del curso no ayuda tampoco. Se pierde la una o dos clases que tienen a la semana.	**Un poco baja.** Tiene altas expectativas sobre la asignatura. Ella sí comprende las bases porque sabe lo esencial. Pero si hubiera una persona adecuada que domine el tema y pueda lidiar con el ambiente académico, sería diferente.
Consenso **4/5 evalúan motivación BAJA; 1/5 diferencia teoría (alta) de práctica (baja)**				
PREGUNTA 8 (Pregunta 9 del dictado): ¿Qué experimentos les gustaría realizar?				
(En broma) Explotar el colegio. Después de ejemplos dados por investigadora: le gustaría ver reacciones, qué pasa si un óxido se mezcla con un hidróxido. Quiere observar.	La lluvia de estrellas. También ha visto videos de tormenta en la botella.	La aurora boreal (química).	Ha visto muchísimos videos pero no se acuerda del nombre. Un líquido que al contacto con metales puede reaccionar o diluirlo. Después recuerda: el reloj de yodo.	Colores a la llama.
Otros experimentos mencionados por el grupo Pasta de elefante, serpiente de carbón, identificador de pH con col morada				
PREGUNTA 9 (Pregunta 10 del dictado): ¿Qué recomendaciones darían para implementar el laboratorio?				
Que pongan reglas que no sean flexibles. Si estamos trabajando en una práctica, no tocar o realizar cualquier acto que dañe o cambie la fórmula, por riesgos. Siempre llevar protección para los ojos y partes importantes del cuerpo.	Llevar ropa que no sea del colegio (el uniforme se puede dañar), aparte de la bata de laboratorio. También trajes aislantes que pueden servir.	Es más que todo la prevención y saber un poquito más sobre lo que constituye un laboratorio portátil para que las personas sepan usarlo y manejarlo correctamente. La disciplina de los estudiantes puede no ser un apoyo a esta implementación.	Informándonos qué conlleva tener un laboratorio, cuáles son los materiales, qué reactivos tiene. Identificar y señalar desde lo más riesgoso por colores para poder manipular correctamente. Mucho hincapié en la disciplina; pueden llegar a molestarse, pelear, empujar.	Sería esencial crear una cultura dentro de la institución sobre la conciencia y el respeto a la asignatura, a la docente y a todos los elementos que van a ocupar. Todos tienen que tener conciencia y respeto de lo que están haciendo.
Consenso **Énfasis en: reglas claras, EPP obligatorio, capacitación previa, señalización de riesgos, cultura de respeto y disciplina**				

Anexo 7

7 Consentimiento Informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO
TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Orlando Quilumbaquín, mayor de edad y con número de cédula 1003549621

DECLARO QUE:

He recibido información sobre del Trabajo de titulación: **"Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato"** Para el que se solicita mi colaboración. La información ha sido suficient al respecto y se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos que se obtengan mediante el proyecto.
Mi colaboración es completamente voluntaria y tengo el derecho a abandonar el proceso cuando lo considere conveniente. A través de este documento renuncio a cualquier beneficio económico, académico o de cualquier otra naturaleza que pueda derivarse de trabajo o de sus resultados.

Por tal razón,
DOY MI CONSENTIMIENO A

1. Participar en el proyecto **"Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato".**
2. Que la estudiante e investigadora principal, **Palomo Lema Katherin Alexandra,** como estudiante de la Maestría en Pedagogía de las Cienicas Experimentales en Química y Biología, pueda gestionar los datos personales y difundir los resultados del trabajo.
3. Que el/la estudiante de la Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales en Química y Biología, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador e investigadora principal conserve todos los registros obtenidos en soporte electrónico, bajo las garantías y términos previstos según la ley establecida.

Quito, a 27 días de enero del 2026

Firma del participante

Firma del investigador principal

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES/MADRES O TUTORES PARA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIÓN DE TESIS DE POSGRADO

Estimado padre, madre o tutor legal:

Yo, Palomo Lema Katherin Alexandra, con número de cédula 1726658113, estudiante de la Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Química y Biología, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, me dirijo a usted para solicitar su consentimiento informado para que su hijo/a menor de edad participe en la investigación de mi trabajo de titulación: **"Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato"**, tiene como objetivo principal: **Diseñar un laboratorio portátil fundamentado en la indagación para el fortalecimiento de competencias químicas en estudiantes de 2.° BGU de la UE Juan Pablo II de Fe y Alegría.**

La participación de su hijo/a tiene como propósito:

1. Recopilar información sobre prácticas pedagógicas actuales en la enseñanza de la química
2. Conocer sus percepciones, experiencias y necesidades respecto a las clases de química
3. Explorar su interés y motivación hacia la experimentación en química
4. Obtener sugerencias y recomendaciones sobre recursos didácticos y laboratorios portátiles
5. Entender cómo podría mejorar su experiencia de aprendizaje en química

Su hijo/a será invitado/a a participar en un grupo focal (conversación en grupo) en la institución educativa durante el horario escolar. Esta actividas duraría 45-60 minutos. No se realizarán experimentos ni actividades que impliquen riesgo físico. La participación es voluntaria y su hijo/a puede declinar participar en cualquier momento sin que esto afecte su calificación académica o relación con la institución.

Si usted o su hijo/a tienen preguntas, dudas o desean más información, puede contactarse con la investigadora principal Palomo Lema Katherin Alexandra al correo electrónico: kapalomo@puce.edu.ec, Teléfono: 0997374206.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

Yo, Jenifer Tatiana Sologuisa Leiva (nombre completo del padre/madre o tutor legal) con número de cédula de identidad: 1713215885.

DECLARO QUE:

- He recibido información clara y comprensible sobre el proyecto de investigación
- Sé que la participación de mi hijo/a es completamente voluntaria
- Autorizo el uso de la información para fines académicos e investigativos únicamente

Por lo anterior, y teniendo plena capacidad legal, DOY MI CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA QUE:

Mi hijo/a: Ariana Salomé Ronquillo (nombre completo del estudiante). Participe en el grupo focal de la investigación "Laboratorio portátil para la enseñanza de Química basada en indagación y desarrollo de competencias en estudiantes de segundo de bachillerato"

La investigadora principal, Palomo Lema Katherin Alexandra, pueda recopilar y registrar la información proporcionada por mi hijo/a

Lugar y fecha: Quito, 26 de Enero de 2026

Firma del padre/madre o tutor legal:
Nombre: Jenifer Tatiana Sologuisa
Cédula de identidad: 1713215885
Teléfono de contacto: 0979372357
Correo electrónico: tatyforever3019@gmail.com

Firma de la investigadora principal:
Nombre: Palomo Lema Katherin Alexandra
Cédula: 1726658113
Fecha: 26-01-2026

ACEPTACIÓN DEL ESTUDIANTE

Yo, Ariana Ronquillo, estudiante de 2.° BGU, declaro que:

- He sido informado/a sobre esta investigación
- Comprendo que mi participación es voluntaria
- Estoy de acuerdo en participar en el grupo focal
- Sé que puedo negarme a responder cualquier pregunta

Firma del estudiante: Ariana Ronquillo
Fecha: 26-01-2026

Anexo 8

8 Plan de tesis



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION

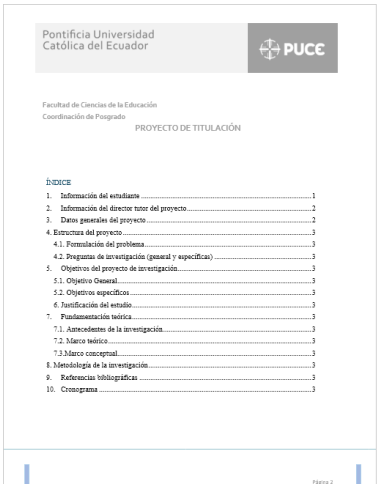
PLAN DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN CIENCIAS EXPERIMENTALES, QUÍMICA Y BIOLOGÍA

Laboratorios portátiles y el desarrollo de procesos cognitivos de aplicación en la asignatura de química para estudiantes de 1ero BGU.

PALOMO LEMA KATHERIN ALEXANDRA

DIRECTOR: MGTR. PATRICIO QUERUBIN

QUITO, MARZO, 2025



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

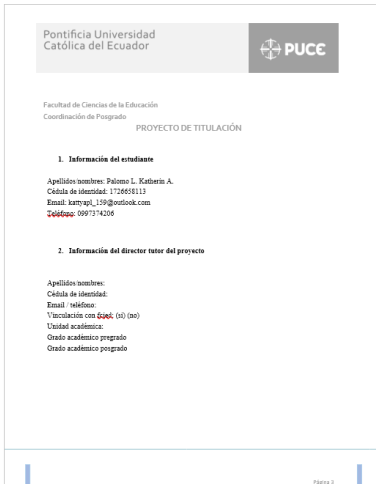
Facultad de Ciencias de la Educación
Coordinación de Posgrado

PROYECTO DE TITULACIÓN

ÍNDICE

1. Información del estudiante 1
2. Información del director tutor del proyecto 2
3. Datos generales del proyecto 2
4. Estructura del proyecto 3
4.1. Formulación del problema 3
4.2. Preguntas de investigación (general y específicas) 3
5. Objetivos del proyecto de investigación 3
5.1. Objetivo General 3
5.2. Objetivos específicos 3
6. Justificación del estudio 3
7. Fundamentación teórica 3
7.1. Antecedentes de la investigación 3
7.2. Marco teórico 3
7.3.Marco conceptual 3
8. Metodología de la investigación 3
9. Referencias bibliográficas 3
10. Cronograma 3

Página 2



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ciencias de la Educación
Coordinación de Posgrado

PROYECTO DE TITULACIÓN

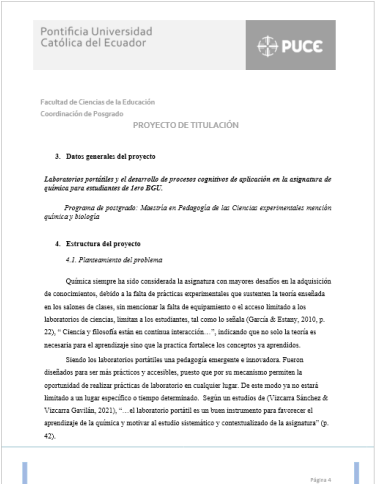
1. Información del estudiante

Apellidos/nombres: Palomo L. Katherin A.
Cédula de identidad: 1726658113
Email: kartyp2_15@outlook.com
Teléfono: 0997374206

2. Información del director tutor del proyecto

Apellidos/nombres:
Cédula de identidad:
Email / teléfono:
Vinculación con PUCE: (si) (no)
Unidad académica:
Grado académico pregrado
Grado académico posgrado

Página 3



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ciencias de la Educación
Coordinación de Posgrado

PROYECTO DE TITULACIÓN

3. Datos generales del proyecto

Laboratorios portátiles y el desarrollo de procesos cognitivos de aplicación en la asignatura de química para estudiantes de 1ero BGU.

Programa de posgrado: Maestría en Pedagogía de las Ciencias experimentales mención química y biología

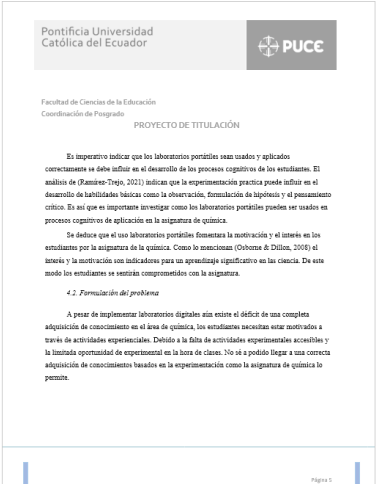
4. Estructura del proyecto

4.1. Planteamiento del problema

Química siempre ha sido considerada la asignatura con mayores desafíos en la adquisición de conocimientos, debido a la falta de prácticas experimentales que sustenten la teoría enseñada en los salones de clases, sin mencionar la falta de equipamiento o el acceso limitado a los laboratorios de ciencias, limitas a los estudiantes, tal como lo señala (García & Estany, 2010, p. 22), " Ciencia y filosofía están en continua interacción…", indicando que no solo la teoría es necesaria para el aprendizaje sino que la practica fortalece los conceptos ya aprendidos.

Siendo los laboratorios portátiles una pedagogía emergente e innovadora. Fueron diseñados para ser más prácticos y accesibles, puesto que por su mecanismo permiten la oportunidad de realizar prácticas de laboratorio en cualquier lugar. De este modo ya no estará limitado a un lugar específico o tiempo determinado. Según un estudios de (Vizcarra Sánchez & Vizcarra Gavilán, 2021), " .. el laboratorio portátil es un buen instrumento para favorecer el aprendizaje de la química y motivar al estudio sistemático y contextualizado de la asignatura" (p. 42).

Página 4



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ciencias de la Educación
Coordinación de Posgrado

PROYECTO DE TITULACIÓN

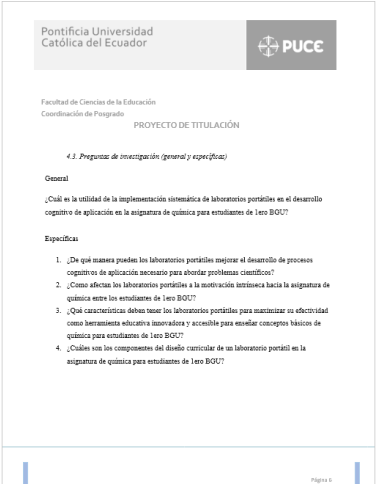
Es imperativo indicar que los laboratorios portátiles sean usados y aplicados correctamente se debe influir en el desarrollo de los procesos cognitivos de los estudiantes. El análisis de (Ramírez-Trejo, 2021) indican que la experimentación practica puede influir en el desarrollo de habilidades básicas como la observación, formulación de hipótesis y el pensamiento crítico. Es así que es importante investigar como los laboratorios portátiles pueden ser usados en procesos cognitivos de aplicación en la asignatura de química.

Se deduce que el uso laboratorios portátiles fomentara la motivación y el interés en los estudiantes por la asignatura de la química. Como lo mencionan (Osborne & Dillon, 2008) el interés y la motivación son indicadores para un aprendizaje significativo en las ciencia. De este modo los estudiantes se sentirán comprometidos con la asignatura.

4.2. Formulación del problema

A pesar de implementar laboratorios digitales aún existe el déficit de una completa adquisición de conocimiento en el área de química, los estudiantes necesitan estar motivados a través de actividades experienciales. Debido a la falta de actividades experimentales accesibles y la limitada oportunidad de experimental en la hora de clases. No sé a podido llegar a una correcta adquisición de conocimientos basados en la experimentación como la asignatura de química lo permite.

Página 5



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ciencias de la Educación
Coordinación de Posgrado

PROYECTO DE TITULACIÓN

4.3. Preguntas de investigación (general y específicas)

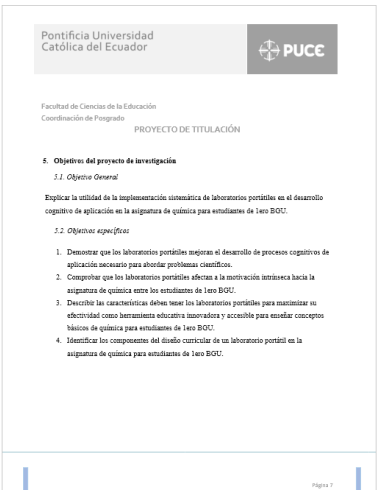
General

¿Cuál es la utilidad de la implementación sistemática de laboratorios portátiles en el desarrollo cognitivo de aplicación en la asignatura de química para estudiantes de 1ero BGU?

Específicas

1. ¿De qué manera pueden los laboratorios portátiles mejorar el desarrollo de procesos cognitivos de aplicación necesario para abordar problemas científicos?
2. ¿Como afectan los laboratorios portátiles a la motivación intrínseca hacia la asignatura de química entre los estudiantes de 1ero BGU?
3. ¿Qué características deben tener los laboratorios portátiles para maximizar su efectividad como herramienta educativa innovadora y accesible para enseñar conceptos básicos de química para estudiantes de 1ero BGU?
4. ¿Cuáles son los componentes del diseño curricular de un laboratorio portátil en la asignatura de química para estudiantes de 1ero BGU?

Página 6



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ciencias de la Educación
Coordinación de Posgrado

PROYECTO DE TITULACIÓN

5. Objetivos del proyecto de investigación

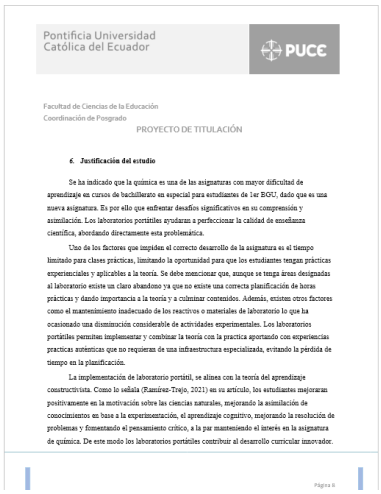
5.1. Objetivo General

Explicar la utilidad de la implementación sistemática de laboratorios portátiles en el desarrollo cognitivo de aplicación en la asignatura de química para estudiantes de 1ero BGU.

5.2. Objetivos específicos

1. Demostrar que los laboratorios portátiles mejoran el desarrollo de procesos cognitivos de aplicación necesario para abordar problemas científicos.
2. Comprobar que los laboratorios portátiles afectan a la motivación intrínseca hacia la asignatura de química entre los estudiantes de 1ero BGU.
3. Describir las características deben tener los laboratorios portátiles para maximizar su efectividad como herramienta educativa innovadora y accesible para enseñar conceptos básicos de química para estudiantes de 1ero BGU.
4. Identificar los componentes del diseño curricular de un laboratorio portátil en la asignatura de química para estudiantes de 1ero BGU.

Página 7



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ciencias de la Educación
Coordinación de Posgrado

PROYECTO DE TITULACIÓN

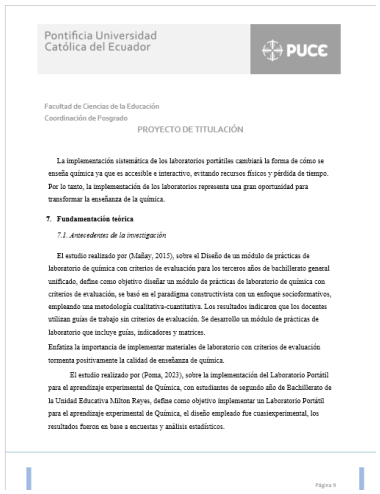
6. Justificación del estudio

Se ha indicado que la química es una de las asignaturas con mayor dificultad de aprendizaje en cursos de bachillerato en especial para estudiantes de 1er EGU, dado que es una nueva asignatura. Es por ello que enfrentar desafíos significativos en su comprensión y asimilación. Los laboratorios portátiles ayudaran a perfeccionar la calidad de enseñanza científica, abordando directamente esta problemática.

Uno de los factores que impiden el correcto desarrollo de la asignatura es el tiempo limitado para clases prácticas, limitando la oportunidad para que los estudiantes tengan prácticas experienciales y aplicables a la teoría. Se debe mencionar que, aunque se tenga áreas designadas al laboratorio existe un claro abandono ya que no existe una correcta planificación de horas prácticas y dando importancia a la teoría y a culminar contenidos. Además, existen otros factores como el mantenimiento inadecuado de los reactivos o materiales de laboratorio lo que ha ocasionado una disminución considerable de actividades experimentales. Los laboratorios portátiles permiten implementar y combinar la teoría con la practica aportando con experiencias practicas auténticas que no requieran de una infraestructura especializada, evitando la pérdida de tiempo en la planificación.

La implementación de laboratorio portátil, se alinea con la teoría del aprendizaje constructivista. Como lo señala (Ramírez-Trejo, 2021) en su artículo, los estudiantes mejoraran positivamente en la motivación sobre las ciencias naturales, mejorando la asimilación de conocimientos en base a la experimentación, el aprendizaje cognitivo, mejorando la resolución de problemas y fomentando el pensamiento crítico, a la par manteniendo el interés en la asignatura de química. De este modo los laboratorios portátiles contribuir al desarrollo curricular innovador.

Página 8



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ciencias de la Educación
Coordinación de Posgrado

PROYECTO DE TITULACIÓN

La implementación sistemática de los laboratorios portátiles cambiará la forma de cómo se enseña química ya que es accesible e interactivo, evitando recursos físicos y pérdida de tiempo. Por lo tanto, la implementación de los laboratorios representa una gran oportunidad para transformar la enseñanza de la química.

7. Fundamentación teórica

7.1. Antecedentes de la investigación

El estudio realizado por (Mallay, 2015), sobre el Diseño de un módulo de prácticas de laboratorio de química con criterios de evaluación para los terceros años de bachillerato general unificado, define como objetivo diseñar un módulo de prácticas de laboratorio de química con criterios de evaluación, se basó en el paradigma constructivista con un enfoque socioformativos, empleando una metodología cualitativa-cuantitativa. Los resultados indicaron que los docentes utilizan guías de trabajo sin criterios de evaluación. Se desarrollo un módulo de prácticas de laboratorio que incluye guías, indicadores y matrices.

Enfatiza la importancia de implementar materiales de laboratorio con criterios de evaluación tormenta positivamente la calidad de enseñanza de química.

El estudio realizado por (Poma, 2023), sobre la implementación del Laboratorio Portátil para el aprendizaje experimental de Química, con estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Milton Reyes, define como objetivo implementar un Laboratorio Portátil para el aprendizaje experimental de Química, el diseño empleado fue cuasiexperimental, los resultados fueron en base a encuestas y análisis estadísticos.

Página 9