



**Gestión de residuos químicos y biológicos en laboratorios escolares públicos: un
análisis desde la práctica institucional**

Luis Alejandro Martínez Morera

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio
Ambiente

Asesor: Oscar Fernando Gómez Morales, Magíster (MSc)

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente - Virtual
Manizales, Caldas, Colombia

2026

Cita	(Martínez Morera, 2026)
Referencia	Martínez Morera, L. A. (2026). <i>Gestión de residuos químicos y biológicos en laboratorios escolares públicos: un análisis desde la práctica institucional</i> [Tesis de maestría]. Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.
Estilo APA 7 (2020)	



Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente - Virtual, XXXII

Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo - CIMAD.

Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo

Línea de Investigación Desarrollo Social y Humano.

Declaración de inteligencia artificial: el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como [mencionar herramientas utilizadas, por ejemplo, ChatGPT, Grammarly, Turnitin, Copilot, Gemini, entre otras], de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas son empleadas como apoyo en la redacción, revisión gramatical y generación de ideas, pero en ningún caso sustituyen el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Asimismo, cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Biblioteca y Centro de Recursos: <https://biblioteca.umanizales.edu.co/>

Repositorio Institucional: <http://ridum.umanizales.edu.co/>

Universidad de Manizales: www.umanizales.edu.co

Revistas: <http://revistasum.umanizales.edu.co/>

Fondo Editorial: <https://editorialum.umanizales.edu.co/>

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Manizales ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios, por acompañarme en cada etapa de este proceso y brindarme la fortaleza necesaria para culminarlo.

A mi esposa Angélica, por su amor, paciencia y apoyo incondicional durante cada momento de este camino académico.

A mis hijos, Arturo y Agustín, quienes representan mi mayor motivación y la razón permanente para seguir creciendo personal y profesionalmente.

A mis padres y hermanos, por su confianza, respaldo y enseñanzas, que han sido fundamentales en mi formación humana y profesional.

Finalmente, dedico este trabajo a todos los docentes y estudiantes de la educación pública, cuya realidad cotidiana inspiró esta investigación y reafirma la importancia de construir entornos educativos más seguros, sostenibles y conscientes ambientalmente.

Agradecimientos

A Dios, por la fortaleza, la constancia y las oportunidades que hicieron posible este proceso formativo.

A mi asesor de investigación, el profesor Oscar Fernando Gómez, por su acompañamiento académico, orientación rigurosa y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo.

A mi esposa Angélica y a mis hijos Arturo y Agustín, por su apoyo incondicional, comprensión y paciencia a lo largo de este camino académico.

- A mis padres y hermanos, por su respaldo permanente, motivación y confianza.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	10
Introducción	11
1. Problema de investigación	13
1.1 Pregunta de Investigación	14
2. Marco teórico	15
2.1 Residuos químicos y biológicos en contextos educativos.....	16
2.2 Sistemas de gestión integral de residuos en laboratorios escolares.....	16
2.3 Seguridad y salud: protocolos y capacitación.....	17
2.4 Educación científica y ambiental como base de prácticas responsables.....	18
2.5 Indicadores y mejores prácticas en la gestión de residuos químicos y biológicos en laboratorios educativos.....	19
2.6 Indicadores basados en diagnóstico y caracterización de residuos.....	20
2.7 Indicadores de procesos internos y capacidades institucionales.....	20
2.8 Indicadores de seguimiento, evaluación y mejora continua.....	20
2.9 Mejores prácticas aplicables al contexto educativo.....	21
2.10 Normatividad y herramientas técnicas de referencia para la gestión de residuos peligrosos.....	21
3. Justificación.....	23
4. Objetivos	25
4.1 Objetivo general	25
4.2 Objetivos específicos.....	25
5. Metodología	26
5.1 Enfoque de la investigación.....	27
5.2 Tipo de investigación.....	27

5.3 Diseño metodológico.....	28
5.4 Población y Muestra.....	27
5.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	29
5.6 Procedimiento de recolección de información.....	29
5.7 Análisis de la información.....	30
6. Resultados	30
6.2 Percepciones del estudiantado frente a la seguridad y el manejo de residuos	31
6.3 Condiciones institucionales que inciden en las prácticas y percepciones	31
6.4 Invisibilización pedagógica del residuo químico y biológico	32
6.5 Triangulación de resultados	32
6.6 Lineamientos para el fortalecimiento de la gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla.....	35
6.6.1 Lineamientos técnicos para la gestión segura de residuos químicos y biológicos	35
6.6.1.1 Identificación y clasificación de residuos	35
6.6.1.2 Segregación en la fuente y almacenamiento temporal	35
6.6.2 Lineamientos pedagógicos para la integración de la gestión de residuos al proceso educativo	36
6.6.2.1 Incorporación de la gestión de residuos como contenido formativo.....	36
6.6.2.2 Estrategias didácticas contextualizadas	36
6.6.3 Lineamientos institucionales y de gestión escolar	37
6.6.3.1 Formalización de protocolos internos	37
6.6.3.2 Articulación interinstitucional y gestión de apoyos	37
6.6.4 Lineamientos de capacitación y protección del personal	37
6.6.4.1 Capacitación integral y diferenciada.....	37
7. Conclusiones	39

7.1 Conclusión asociada al Objetivo específico 1: Caracterizar los residuos químicos y biológicos generados en las prácticas de laboratorio, así como las condiciones institucionales en las que se produce su manejo.	39
7.2 Conclusión asociada al Objetivo específico 2: Analizar las prácticas institucionales y pedagógicas asociadas a la gestión de los residuos químicos y biológicos, considerando el rol de docentes, estudiantes y personal de apoyo.	39
7.3 Conclusión asociada al Objetivo específico 3: Examinar las percepciones de seguridad y responsabilidad ambiental del estudiantado frente al manejo de residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares.....	41
7.4 Conclusión asociada al Objetivo específico 4: Proponer lineamientos técnicos, pedagógicos e institucionales orientados al fortalecimiento de la gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la institución.....	41
8. Referencias	41
9. Anexos.....	41
9.1 Anexo 1. Formato de observación directa.....	43
9.2 Anexo 2 Entrevista estructurada personal de servicios generales.....	47
9.3 Anexo 3. Entrevista estructurada personal administrativo.....	50
9.4 Anexo 4. Entrevista estructurada a estudiantes.....	53

Resumen

La gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares constituye no solo un desafío técnico y normativo, sino también un problema pedagógico relacionado con la manera en que se enseñan —o se omiten— prácticas de manejo seguro, prevención del riesgo y responsabilidad ambiental dentro de la educación científica. En el contexto de la educación pública colombiana, estas dimensiones suelen abordarse de forma fragmentada, lo que puede derivar en prácticas operativas funcionales, pero pedagógicamente invisibilizadas. En este marco, la presente investigación tuvo como objetivo analizar la gestión de los residuos químicos y biológicos generados en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla, ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá, desde la perspectiva de la práctica institucional y pedagógica.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto de tipo descriptivo, con predominio cualitativo, empleando técnicas como la observación directa no participante, entrevistas estructuradas a docentes, personal administrativo y de servicios generales, encuestas a estudiantes y revisión documental. La información obtenida fue analizada mediante procesos de categorización temática, análisis descriptivo de frecuencias y triangulación de datos, lo que permitió contrastar prácticas institucionales, percepciones de seguridad y referentes normativos.

Los resultados evidencian que la gestión de residuos químicos y biológicos en la institución presenta una funcionalidad operativa básica, sostenida principalmente por la experiencia y el compromiso del profesorado del área de Ciencias Naturales. Sin embargo, se identifican debilidades asociadas a la ausencia de protocolos institucionales formalizados, la limitada capacitación del personal involucrado y la escasa integración pedagógica del manejo de residuos en las prácticas de laboratorio, lo que se manifiesta en procesos de invisibilización pedagógica del residuo. Asimismo, se observa una brecha entre la percepción de seguridad del estudiantado y las condiciones reales de gestión preventiva del riesgo.

A partir de estos hallazgos, se proponen lineamientos de carácter técnico, pedagógico e institucional orientados a fortalecer la gestión de los residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares, reconociendo el manejo del residuo no solo como un requisito operativo, sino como un eje formativo estratégico para la seguridad escolar, la educación ambiental y la sostenibilidad institucional en contextos de educación pública.

Palabras clave: gestión de residuos químicos y biológicos; laboratorio escolar; práctica institucional; educación ambiental; seguridad escolar; educación pública.

Abstract

The management of chemical and biological waste in school laboratories represents not only a technical and regulatory challenge, but also a pedagogical issue related to how safe handling practices, risk prevention, and environmental responsibility are taught—or omitted—within science education. In the context of Colombian public education, these dimensions are often addressed in a fragmented manner, leading to operationally functional practices that remain pedagogically invisible. Within this framework, the aim of this study was to analyze the management of chemical and biological waste generated in the laboratories of the I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla, located in Ciudad Bolívar, Bogotá, from an institutional and pedagogical perspective.

The study adopted a descriptive mixed-methods approach with qualitative predominance. Data collection techniques included non-participant observation, structured interviews with science teachers, administrative staff, and maintenance personnel, student surveys, and document analysis. Data were analyzed through thematic categorization, descriptive frequency analysis, and triangulation, allowing for the comparison of institutional practices, safety perceptions, and regulatory references.

The findings indicate that waste management in the institution operates at a basic functional level, largely sustained by the experience and commitment of science teachers. However, significant weaknesses were identified, including the absence of formal institutional protocols, limited training of involved personnel, and the weak pedagogical integration of waste management into laboratory practices, resulting in processes of pedagogical invisibility of chemical and biological waste. Additionally, a gap was observed between students' perceptions of safety and the actual conditions of preventive risk management.

Based on these findings, the study proposes technical, pedagogical, and institutional guidelines aimed at strengthening chemical and biological waste management in school laboratories, recognizing waste management not merely as an operational requirement, but as a strategic educational component for school safety, environmental education, and institutional sustainability in public education contexts.

Keywords: chemical and biological waste management; school laboratory; institutional practice; environmental education; school safety; public education.

Introducción

La gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares ha sido reconocida por la literatura académica y por organismos internacionales como un componente clave para garantizar ambientes educativos seguros, saludables y ambientalmente sostenibles, especialmente en contextos donde se desarrollan prácticas experimentales con sustancias potencialmente peligrosas (OMS, 2017; UNESCO, 2017). En el ámbito de la educación pública colombiana, diversos estudios señalan que las instituciones educativas oficiales enfrentan limitaciones estructurales relacionadas con la infraestructura, la disponibilidad de recursos técnicos y la formación continua del personal, factores que inciden directamente en las condiciones de seguridad escolar y en la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje (MEN, 2018; Benítez et al., 2013).

Estas condiciones se manifiestan con particular intensidad en territorios urbanos con altos niveles de vulnerabilidad social y ambiental, como la Localidad 19 de Ciudad Bolívar en Bogotá. Investigaciones sobre contextos educativos en zonas periféricas del Distrito Capital evidencian que las dinámicas de desigualdad social, crecimiento poblacional acelerado y presión sobre la infraestructura pública generan retos adicionales para la gestión ambiental y la prevención del riesgo en las instituciones educativas (Secretaría de Educación del Distrito, 2020; Ramos & Peña, 2008). En este escenario, la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla desarrolla sus prácticas de laboratorio en medio de limitaciones propias del sistema educativo público, donde los procesos de actualización tecnológica, dotación de insumos y fortalecimiento de la cultura de seguridad avanzan de manera heterogénea frente a las exigencias contemporáneas de la educación científica. En la actualidad, la literatura en educación científica y ambiental plantea que las instituciones educativas no solo deben responder a los requerimientos curriculares tradicionales, sino también incorporar de manera transversal desafíos emergentes como la sostenibilidad ambiental, la salud pública, la prevención del riesgo y la formación de ciudadanía científica responsable (Hodson, 2011; UNESCO, 2017). En este marco, la gestión adecuada de los residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares adquiere una relevancia estratégica, al constituirse en un eje que articula seguridad, educación ambiental y prácticas científicas responsables.

Diversos estudios advierten que el manejo inadecuado de residuos químicos y biológicos en contextos educativos puede generar riesgos significativos para estudiantes, docentes y personal de apoyo, así como impactos negativos sobre el entorno natural, especialmente en zonas urbanas

ambientalmente vulnerables (OMS, 2017; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018). Estas problemáticas suelen estar asociadas a la ausencia de protocolos claros, a limitaciones en los espacios de almacenamiento temporal, a la falta de rutas definidas de disposición final y a procesos de capacitación insuficientes en bioseguridad y gestión ambiental, aspectos que han sido documentados en estudios sobre laboratorios escolares en instituciones públicas (Benítez et al., 2013).

En este contexto, la presente investigación se orienta a analizar la gestión de los residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla, considerando tanto las prácticas institucionales existentes como las percepciones de la comunidad educativa frente a los riesgos y responsabilidades asociadas a estos materiales. Este análisis se articula con los postulados de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS 3 (Salud y bienestar), el ODS 4 (Educación de calidad) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables), los cuales destacan el papel de la educación en la construcción de sociedades más seguras y sostenibles (ONU, 2015).

La relevancia de este estudio radica en que las instituciones educativas públicas constituyen espacios estratégicos para la transformación social y ambiental. Más allá del cumplimiento normativo, la gestión de los residuos en los laboratorios escolares representa una oportunidad pedagógica para fortalecer una cultura de responsabilidad ambiental, prevención del riesgo y participación comunitaria desde edades tempranas. En localidades como Ciudad Bolívar, caracterizadas por múltiples tensiones socioambientales, este enfoque adquiere una importancia particular para la construcción de ambientes escolares seguros y comprometidos con el cuidado del entorno y el bienestar colectivo.

1. Problema de investigación

En la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla, los laboratorios de Ciencias Naturales constituyen espacios centrales para el desarrollo de prácticas experimentales químicas y biológicas que hacen parte del currículo escolar. Estas actividades generan residuos con diferentes niveles de peligrosidad, cuyo manejo adecuado resulta fundamental para la protección de la salud, la seguridad escolar y la formación científica responsable del estudiantado. No obstante, la manera en que dichos residuos son gestionados en el contexto específico de la institución no ha sido objeto de un análisis sistemático que permita comprender su alcance, sus limitaciones y su articulación con los procesos pedagógicos.

En el funcionamiento cotidiano de los laboratorios escolares, el manejo de los residuos químicos y biológicos parece apoyarse principalmente en prácticas operativas definidas por la experiencia y el criterio individual de los docentes del área de Ciencias Naturales. Si bien estas prácticas permiten el desarrollo regular de las actividades experimentales, no se evidencia con claridad la existencia de un sistema institucional formalizado que oriente de manera homogénea la identificación, segregación, almacenamiento y disposición de los residuos generados. Esta situación plantea interrogantes sobre el grado de estructuración real de la gestión de residuos en la institución y sobre el papel que cumplen los distintos actores educativos en dicho proceso.

De manera simultánea, se observa una percepción generalizada de seguridad por parte del estudiantado durante el uso de los laboratorios, la cual podría estar asociada a la normalización de las prácticas experimentales y a la ausencia de incidentes visibles. Sin embargo, esta percepción no ha sido contrastada con un análisis de las prácticas reales de gestión preventiva del riesgo ni con la existencia de lineamientos institucionales explícitos que respalden dicha sensación de seguridad. Esta posible brecha entre percepción subjetiva y condiciones reales de gestión constituye un aspecto problemático que requiere ser estudiado desde una perspectiva rigurosa y contextualizada.

Adicionalmente, el manejo de los residuos químicos y biológicos no parece estar integrado de manera explícita como contenido pedagógico dentro de las prácticas de laboratorio. En este sentido, los residuos tienden a asumirse como un subproducto operativo de la actividad experimental, más que como un objeto de aprendizaje con potencial formativo en términos de educación ambiental, prevención del riesgo y construcción de ciudadanía científica. La ausencia de una articulación clara entre la gestión de residuos y el proceso educativo limita la posibilidad de

desarrollar competencias científicas, ambientales y ciudadanas de manera intencionada y sistemática.

En este contexto, el problema de investigación no radica únicamente en la posible existencia de deficiencias técnicas o infraestructurales, sino en la falta de una comprensión integral de cómo se gestionan los residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares desde la práctica institucional, y de cómo dicha gestión se relaciona con las dinámicas pedagógicas y las percepciones de la comunidad educativa. Por ello, se hace necesario analizar y caracterizar de manera rigurosa el estado actual de la gestión de residuos en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla, con el fin de identificar vacíos, tensiones y oportunidades de mejora que permitan fortalecer prácticas más seguras, coherentes y sostenibles, acordes con las particularidades de la educación pública.

1.1 Pregunta de Investigación

¿Cuál es el estado de la gestión de los residuos químicos y biológicos usados en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla (Bogotá – Colombia) y cómo se puede mejorar?

2. Marco teórico

2.1 Residuos químicos y biológicos en contextos educativos

Los laboratorios escolares constituyen espacios fundamentales para el desarrollo de competencias científicas, experimentales y procedimentales en el marco de la educación en ciencias naturales. Sin embargo, como resultado directo de las prácticas académicas, en estos espacios se generan de manera sistemática residuos químicos y biológicos cuya naturaleza puede variar ampliamente según el tipo de actividad, los reactivos utilizados y los procedimientos aplicados. Estos residuos pueden presentar características corrosivas, tóxicas, reactivas, inflamables o infecciosas, lo que implica riesgos potenciales para la salud humana y para la seguridad dentro del laboratorio.

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2025), la gestión de este tipo de residuos debe abordarse desde un enfoque integral que contemple no solo la disposición final, sino también acciones preventivas orientadas a la reducción en la fuente, la segregación adecuada y el almacenamiento seguro. En este sentido, la guía técnica señala que “los residuos peligrosos deben gestionarse a través de estrategias que van desde la prevención de la generación hasta la gestión ambientalmente adecuada de los mismos” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025, p. 5), destacando la importancia de una planificación sistemática que reduzca los riesgos asociados a su manejo.

En el contexto educativo, la generación de residuos peligrosos adquiere una dimensión adicional, en tanto involucra procesos formativos y pedagógicos. La ausencia de procedimientos claros y estandarizados para su manejo puede derivar en prácticas improvisadas que incrementan los riesgos de accidentes, contaminación cruzada y deterioro de la infraestructura de los laboratorios. Por ello, resulta fundamental reconocer que la gestión de residuos en instituciones educativas no es únicamente una obligación técnica o normativa, sino también un componente esencial de la formación científica y de la responsabilidad institucional.

2.2 Sistemas de gestión integral de residuos en laboratorios escolares

La gestión integral de residuos en laboratorios escolares se fundamenta en la implementación de un conjunto de acciones articuladas que permiten controlar los residuos desde su generación hasta su disposición final. Este enfoque comprende la identificación y clasificación

de los residuos, la segregación en la fuente, el almacenamiento temporal en condiciones seguras, el registro y control de los volúmenes generados, así como la definición de rutas internas para su manejo y entrega a gestores autorizados cuando corresponda.

Ramos Rincón y Peña Prieto (2008) señalan que la gestión de residuos químicos en instituciones educativas debe responder a las particularidades propias de los entornos de enseñanza, caracterizados por la diversidad de prácticas, la variabilidad en el consumo de reactivos y la participación de estudiantes y docentes. En este sentido, los autores afirman que “la gestión de residuos peligrosos generados en laboratorios debe ser innovadora y ajustada a las necesidades propias de la institución educativa, pero siempre cumpliendo con las disposiciones legales vigentes” (Ramos Rincón & Peña Prieto, 2008, p. 2).

Esta afirmación resalta la necesidad de que los sistemas de gestión no se limiten a la adopción formal de normas, sino que se construyan a partir de diagnósticos reales del funcionamiento del laboratorio, del tipo de residuos generados y de las capacidades institucionales disponibles. En el contexto de la educación pública, donde los recursos financieros y técnicos suelen ser limitados, la gestión integral requiere estrategias adaptativas que optimicen el uso de los insumos, reduzcan la generación innecesaria de residuos y fortalezcan las prácticas de segregación y almacenamiento seguro.

Asimismo, la ausencia de estudios históricos sobre el consumo de reactivos y la cuantificación de los residuos producidos, situación frecuente en los laboratorios escolares, dificulta la planificación y evaluación de los sistemas de gestión. Por ello, la caracterización detallada de los residuos y de las prácticas existentes se convierte en un insumo clave para el diseño de lineamientos que respondan a las condiciones reales de la institución.

2.3 Seguridad y salud: protocolos y capacitación

La gestión adecuada de los residuos químicos y biológicos en laboratorios escolares está estrechamente vinculada con la protección de la salud y el bienestar de la comunidad educativa, particularmente de docentes y estudiantes que interactúan de manera directa con sustancias potencialmente peligrosas. Desde la perspectiva de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), la exposición inadecuada a agentes químicos y biológicos en entornos educativos puede generar efectos adversos tanto agudos como crónicos, lo que refuerza la necesidad de establecer protocolos claros y sistemáticos de manejo seguro.

En el ámbito de los laboratorios escolares, la seguridad implica la adopción de procedimientos estandarizados para la identificación, rotulación y almacenamiento de residuos, así como la definición de rutas internas de recolección y la disposición temporal en áreas adecuadas. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2025) enfatiza que la falta de capacitación del personal es uno de los principales factores de riesgo asociados a incidentes con residuos peligrosos, señalando que “la formación continua del personal que manipula sustancias químicas es un componente esencial para minimizar accidentes y garantizar una gestión adecuada de los residuos generados” (p. 18).

En este sentido, la capacitación docente adquiere un rol estratégico. En instituciones públicas, donde los esfuerzos por la gestión de residuos suelen recaer principalmente en los docentes del área de Ciencias Naturales, el fortalecimiento de sus competencias en seguridad química y biológica resulta determinante. Estudios como el de *Assessment of teachers’ knowledge and practices on laboratory waste disposal* (2025) evidencian que la existencia de programas de formación periódica mejora significativamente las prácticas de segregación, reduce la disposición inadecuada de residuos y promueve una mayor conciencia sobre los riesgos asociados.

La implementación de protocolos de seguridad y programas de capacitación contribuye directamente al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y bienestar), al reducir la exposición a sustancias peligrosas, y del ODS 4 (Educación de calidad), al garantizar entornos de aprendizaje seguros que favorecen procesos pedagógicos significativos.

2.4 Educación científica y ambiental como base de prácticas responsables

La educación científica y ambiental constituye un pilar fundamental para la construcción de prácticas responsables en la gestión de residuos químicos y biológicos en contextos escolares. Desde este enfoque, el laboratorio no solo es un espacio de experimentación, sino también un escenario pedagógico privilegiado para el desarrollo de valores, actitudes y competencias relacionadas con el uso responsable de los recursos y la prevención de riesgos.

Tupaz Enríquez y Riascos Forero (2018) sostienen que la educación ambiental aplicada a los laboratorios de química permite integrar el conocimiento científico con la reflexión ética, promoviendo en los estudiantes una comprensión crítica de las consecuencias del manejo inadecuado de residuos peligrosos. Los autores afirman que “la incorporación de la educación

ambiental en las prácticas de laboratorio favorece la construcción de una cultura de responsabilidad y prevención, más allá del cumplimiento normativo” (p. 120).

En el contexto de la educación pública colombiana, esta dimensión formativa cobra especial relevancia, dado que los docentes del área de Ciencias Naturales suelen liderar, de manera autónoma, iniciativas orientadas a mejorar el manejo de residuos dentro de la institución. Estas acciones, aunque en muchos casos carecen de respaldo institucional formal, representan oportunidades pedagógicas para articular contenidos curriculares de química, biología y educación ambiental con problemáticas reales del entorno escolar.

La articulación de la gestión de residuos con los procesos educativos se alinea de manera directa con el ODS 4 (Educación de calidad), al promover aprendizajes significativos y contextualizados, y con el ODS 12 (Producción y consumo responsables), al fomentar prácticas de reducción en la fuente, uso eficiente de reactivos y disposición responsable de los residuos generados en actividades académicas.

2.5 Indicadores y mejores prácticas en la gestión de residuos químicos y biológicos en laboratorios educativos

La implementación de sistemas eficaces de gestión de residuos químicos y biológicos en laboratorios educativos se ha fortalecido, a nivel nacional e internacional, mediante el uso de indicadores de desempeño y la adopción de mejores prácticas que permiten evaluar, controlar y mejorar de manera continua los procesos asociados a la generación, manejo y disposición de residuos peligrosos. Estos referentes resultan especialmente relevantes en contextos educativos como el de la I.E.D Colegio Rodrigo Lara Bonilla, donde confluyen actividades experimentales, procesos formativos y limitaciones operativas propias de las instituciones públicas.

Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) coinciden en que un sistema de gestión de residuos peligrosos debe sustentarse en indicadores relacionados con la identificación y clasificación de los residuos, la segregación en la fuente, el almacenamiento seguro, la capacitación del personal y la trazabilidad del residuo desde su generación hasta su disposición final (WHO, 2014; EPA, 2023). En el ámbito educativo, estos indicadores adquieren una importancia particular debido a la participación de estudiantes en las prácticas de laboratorio y a la diversidad de sustancias químicas y biológicas empleadas.

2.6 Indicadores basados en diagnóstico y caracterización de residuos

La caracterización de residuos por tipo, grupo químico y frecuencia de generación constituye un indicador fundamental para orientar la planificación y el diseño de planes de manejo ajustados a la realidad institucional (Benítez, Ruíz, Obando, Miranda & Gil, 2013). La ausencia de diagnósticos sistemáticos dificulta la identificación de prioridades, la segregación adecuada y el manejo seguro, incrementando riesgos de accidentes y exposición a sustancias peligrosas. La actualización periódica de inventarios y registros de consumo de reactivos se convierte así en un componente clave de control y evaluación.

2.7 Indicadores de procesos internos y capacidades institucionales

Los procesos internos de gestión y la capacidad de la institución para implementarlos constituyen otro conjunto de indicadores críticos. La existencia de protocolos escritos para segregación, etiquetado, almacenamiento temporal y transporte interno de residuos es un indicador de madurez y cumplimiento normativo del sistema de gestión (Ramos Rincón & Peña Prieto, 2008).

La capacitación continua de docentes, estudiantes y personal de apoyo es un factor determinante para la eficacia del manejo de residuos peligrosos. La frecuencia de las capacitaciones, el porcentaje de actores formados y el nivel de apropiación de los protocolos pueden emplearse como indicadores de desempeño institucional. Se reconoce especialmente el rol estratégico de los docentes de Ciencias Naturales como responsables de los laboratorios y mediadores pedagógicos en la implementación de prácticas de manejo seguro (Tupaz Enríquez & Riascos Forero, 2018).

2.8 Indicadores de seguimiento, evaluación y mejora continua

Los indicadores orientados al seguimiento y mejora continua incluyen la existencia de mecanismos de evaluación periódica de procedimientos, la actualización de documentación interna y la aplicación de protocolos de respuesta ante incidentes o derrames. La documentación formal (manuales, formatos de registro, inventarios y reportes de incidentes) constituye un indicador operacional esencial, ya que facilita la trazabilidad del residuo y el control de los procesos. Experiencias internacionales muestran que la aplicación de indicadores claros permite reducir

significativamente la generación de residuos peligrosos mediante estrategias de segregación en la fuente, reutilización controlada y formación continua del personal (Hazardous Waste Management Program at KMUTT, 2025).

2.9 Mejores prácticas aplicables al contexto educativo

A partir de experiencias nacionales e internacionales se identifican como mejores prácticas en la gestión de residuos en laboratorios educativos:

- Elaboración de inventarios actualizados de reactivos y residuos.
- Segregación estricta en la fuente según compatibilidad química y biológica.
- Uso de sistemas de etiquetado estandarizados y claros.
- Capacitación periódica de todos los actores involucrados.
- Definición de metas institucionales medibles, como la reducción progresiva de residuos peligrosos.

Estas prácticas fortalecen la seguridad y la salud en los laboratorios y consolidan una cultura institucional de responsabilidad y prevención. En el contexto escolar, su adopción permite integrar la gestión de residuos como un componente formativo transversal, alineado con una educación científica de calidad y con la protección de la salud y el bienestar de la comunidad educativa.

2.10 Normatividad y herramientas técnicas de referencia para la gestión de residuos peligrosos

La gestión de residuos químicos y biológicos en Colombia se encuentra regulada por un conjunto de normas y lineamientos técnicos que establecen obligaciones claras para los generadores de residuos peligrosos, incluidas las instituciones educativas. Entre las disposiciones más relevantes se encuentran el Decreto 4741 de 2005, que regula la gestión integral de los residuos peligrosos, y la Ley 1252 de 2008, que define responsabilidades, sanciones y medidas preventivas frente al manejo inadecuado de este tipo de residuos.

El Decreto 4741 de 2005 establece que todo generador de residuos peligrosos debe identificar, clasificar, almacenar y disponer adecuadamente los residuos producidos, así como implementar planes internos de gestión que minimicen los riesgos para la salud humana y el ambiente. Aunque esta normativa no está diseñada de manera exclusiva para el sector educativo,

sus lineamientos son plenamente aplicables a los laboratorios escolares, en tanto estos generan residuos con características corrosivas, tóxicas, reactivas o infecciosas.

De manera complementaria, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha desarrollado herramientas técnicas orientadas a facilitar la implementación de estas normas, entre las que se destaca la Guía práctica para la gestión de residuos peligrosos en laboratorios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025). Este documento enfatiza que “la gestión de residuos peligrosos en laboratorios debe priorizar acciones de prevención, segregación y control, integradas a la planificación institucional” (p. 7), lo cual resulta especialmente pertinente para las instituciones educativas públicas, donde los recursos disponibles son limitados y se requiere optimizar los procesos internos.

En el ámbito educativo, la aplicación de la normatividad enfrenta desafíos asociados a la falta de planes específicos, a la rotación de estudiantes y a la ausencia de registros históricos sobre el consumo de reactivos y la generación de residuos. No obstante, diversos autores coinciden en que el cumplimiento normativo puede fortalecerse cuando se articula con procesos pedagógicos y con el liderazgo de los docentes de Ciencias Naturales, quienes cumplen un rol central en la implementación cotidiana de las prácticas de manejo seguro (Benítez et al., 2013).

En este sentido, la normatividad no debe entenderse únicamente como un conjunto de obligaciones legales, sino como un marco orientador que permite estructurar protocolos claros, fortalecer la seguridad en los laboratorios y promover una cultura institucional de prevención y cuidado. La adopción crítica y contextualizada de estas herramientas técnicas contribuye directamente a la protección de la salud y el bienestar de la comunidad educativa, en coherencia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3, y refuerza el carácter formativo de la gestión de residuos en el marco de una educación científica responsable.

En esta revisión de la información especializada y de los referentes institucionales se evidencia que los residuos producidos en prácticas académicas presentan características de peligrosidad que demandan sistemas de gestión estructurados, sistemáticos y acordes con las condiciones reales de las instituciones educativas tanto públicas como privadas.

A partir de estos fundamentos teóricos, la presente investigación se orienta desde un enfoque descriptivo, con un componente analítico, que busca examinar de manera sistemática la gestión de los residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla. El marco teórico justifica la selección de técnicas como la observación directa, el análisis

documental y las entrevistas estructuradas, las cuales permiten describir y analizar el estado actual de los sistemas internos de gestión y sustentar la formulación de lineamientos de mejora acordes con el contexto institucional.

3. Justificación

La gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares constituye un desafío que trasciende lo técnico y operativo, al involucrar directamente a las personas que interactúan cotidianamente con estos espacios: estudiantes, docentes y personal de apoyo. En el contexto de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla, analizar esta gestión resulta pertinente no solo para identificar condiciones de seguridad, sino para comprender cómo dichas prácticas son asumidas, interpretadas y enseñadas dentro del proceso educativo.

Desde una perspectiva pedagógica, esta investigación se justifica en la necesidad de examinar cómo el manejo de los residuos químicos y biológicos se integra —o se invisibiliza— en las prácticas de laboratorio y en la formación científica escolar. La manera en que los estudiantes aprenden a relacionarse con el riesgo, la seguridad y la responsabilidad ambiental no depende únicamente de la existencia de sistemas técnicos, sino de los procesos formativos, las orientaciones docentes y las experiencias educativas que se construyen en el aula y en el laboratorio. Por ello, resulta relevante analizar las percepciones de seguridad del estudiantado y su relación con las prácticas reales de gestión del residuo.

Asimismo, la investigación se justifica por su aporte a la formación de ciudadanos críticos y responsables, capaces de comprender las implicaciones sociales, ambientales y éticas del uso de sustancias químicas y biológicas. La gestión adecuada de residuos en el laboratorio escolar ofrece una oportunidad pedagógica para promover valores de prevención, cuidado colectivo y responsabilidad ambiental; sin embargo, cuando estos procesos no se abordan de manera explícita, existe el riesgo de que el residuo se reduzca a un asunto meramente operativo, limitando su potencial formativo.

Desde el ámbito institucional, estudiar esta problemática permite identificar cómo las prácticas individuales de los docentes, la participación del personal de servicios generales y las percepciones del estudiantado se articulan —o no— con una gestión institucional coherente y sistemática. Comprender estas dinámicas resulta fundamental para proponer lineamientos que fortalezcan no solo la seguridad escolar, sino también la dimensión pedagógica de la gestión de residuos, en coherencia con los fines formativos de la educación pública.

En este sentido, la importancia de la presente investigación radica en que aporta una mirada integral sobre la gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares, reconociendo a las personas como actores centrales del proceso y no únicamente como usuarios de

sistemas técnicos. Este enfoque permite generar insumos que contribuyan al fortalecimiento de prácticas educativas seguras, sostenibles y formativas, acordes con la formación científica, ambiental y ciudadana que demanda la escuela contemporánea.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Analizar la gestión de los residuos químicos y biológicos generados en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla (Bogotá, Colombia), considerando las prácticas institucionales, las dinámicas pedagógicas y las percepciones de la comunidad educativa.

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los residuos químicos y biológicos generados en las prácticas de laboratorio, así como las condiciones institucionales en las que se produce su manejo.
- Analizar las prácticas institucionales y pedagógicas asociadas a la gestión de los residuos químicos y biológicos, considerando el rol de docentes, estudiantes y personal de apoyo.
- Examinar las percepciones de seguridad y responsabilidad ambiental del estudiantado frente al manejo de residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares.
- Proponer lineamientos técnicos, pedagógicos e institucionales orientados al fortalecimiento de la gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la institución.

5. Metodología

5.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación adopta un enfoque mixto de tipo descriptivo, con predominio cualitativo, dado que busca comprender la gestión de los residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla a partir del análisis integrado de prácticas institucionales, dinámicas pedagógicas y percepciones de los actores involucrados.

El componente cualitativo permitió profundizar en la comprensión de las prácticas de manejo de residuos, los discursos de docentes, personal administrativo y de servicios generales, así como en la interpretación de los procesos institucionales asociados a la gestión del riesgo. De manera complementaria, se incorporó un componente cuantitativo descriptivo, orientado a identificar tendencias generales en las percepciones de seguridad, responsabilidad ambiental y comprensión del manejo de residuos por parte del estudiantado, a partir de encuestas con preguntas cerradas. Este enfoque mixto posibilita una lectura más integral del fenómeno estudiado, al articular la riqueza interpretativa del análisis cualitativo con el apoyo descriptivo del análisis cuantitativo, sin pretender generalizaciones estadísticas más allá del caso analizado (Creswell, 2014).

5.2 Tipo de investigación

El estudio se enmarca como descriptivo y exploratorio, ya que busca:

- Documentar la naturaleza de los residuos químicos y biológicos generados en los laboratorios escolares.
- Caracterizar el estado actual de los sistemas internos de gestión de residuos.
- Identificar fortalezas, debilidades y necesidades de mejora.

La investigación descriptiva permite detallar las condiciones existentes y analizar la relación entre las prácticas de gestión y la formación integral de los estudiantes (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). La dimensión exploratoria facilita identificar problemas y oportunidades no previamente documentadas en los laboratorios.

5.3 Diseño metodológico

Se emplea un diseño no experimental, transversal y cualitativo:

- **No experimental:** No se manipulan variables; se observa y analiza la gestión de residuos tal como ocurre de manera natural.
- **Transversal:** La información se recolecta en un momento específico, permitiendo caracterizar la situación actual de los laboratorios y los sistemas de gestión interna.

Este diseño permite generar un diagnóstico integral que sirve como base para proponer lineamientos y estrategias de mejora adaptadas al contexto de la institución.

5.4 Población y Muestra

La población objeto de estudio estuvo conformada por los actores que interactúan directamente con los laboratorios de Ciencias Naturales: estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicios generales.

La muestra se seleccionó mediante **muestreo intencional**, priorizando aquellos actores con mayor nivel de exposición y experiencia en el uso del laboratorio y en la manipulación de residuos químicos y biológicos.

- **Estudiantes:** 199 participantes distribuidos en 7 cursos (5 cursos de grado undécimo, 1 curso de grado séptimo y 1 curso de grado octavo). La selección predominante de estudiantes de grado undécimo se justifica porque corresponden al grupo con mayor tiempo de permanencia en los laboratorios escolares, mayor complejidad en las prácticas experimentales y mayor contacto con sustancias químicas y biológicas, de acuerdo con la asignación académica del docente investigador.
- **Docentes:** 7 maestros del área de Ciencias Naturales.
- **Personal administrativo:** 1 integrante del equipo administrativo.
- **Servicios generales:** 2 integrantes del personal de servicios generales, directamente involucrados en las labores de limpieza y manejo final de residuos.

Esta distribución permitió recoger información pertinente desde distintos roles y niveles de participación en la gestión de residuos.

5.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Se emplearon técnicas complementarias acordes con el enfoque mixto del estudio:

- **Revisión documental:** Se analizaron protocolos internos, planes de gestión, manuales de laboratorio y registros previos relacionados con la manipulación de residuos químicos y biológicos. Esto permitió identificar lineamientos existentes y prácticas oficiales.
- **Observación directa no participante:** Se realizó en los laboratorios de Ciencias Naturales para documentar prácticas de manejo, almacenamiento y disposición de residuos, así como el cumplimiento de protocolos de seguridad.
- **Entrevistas estructuradas:** Aplicadas a docentes, personal administrativo y a dos integrantes del personal de servicios generales, seleccionados por su participación directa en las labores de limpieza y manejo final de residuos, con el fin de explorar percepciones, conocimientos, dificultades y experiencias respecto al manejo de residuos peligrosos.
- **Encuestas a estudiantes de los cursos seleccionados:** Aplicadas a la totalidad de la población estudiantil definida en la muestra, con el fin de analizar actitudes, niveles de comprensión, percepciones de seguridad y responsabilidad ambiental frente a la gestión de residuos en el laboratorio.

5.6 Procedimiento de recolección de información

- **Diagnóstico preliminar:** Revisión de documentos institucionales y protocolos existentes sobre gestión de residuos.
- **Observación en campo:** Registro sistemático de prácticas de manejo de residuos, etiquetado, almacenamiento y disposición en cada laboratorio.
- **Aplicación de entrevistas y encuestas:** Para recopilar información sobre experiencias, percepciones y dificultades de los actores.
- **Organización y codificación de datos:** Se sistematizó la información cualitativa, identificando categorías, patrones y relaciones.

- Triangulación de datos: Integración de la información proveniente de la revisión documental, la observación, entrevistas y encuestas, con el fin de construir un diagnóstico integral sobre la gestión de residuos químicos y biológicos.

5.7 Análisis de la información

El análisis se realizó de manera integrada:

- **Cualitativo**, mediante la codificación y categorización temática de la información proveniente de entrevistas, observación y documentos.
- **Cuantitativo descriptivo**, a través del análisis de frecuencias y tendencias de las respuestas obtenidas en las encuestas estudiantiles.

La integración de ambos componentes permitió construir un diagnóstico comprensivo que sustenta la formulación de lineamientos técnicos, pedagógicos e institucionales para el fortalecimiento de la gestión de residuos químicos y biológicos en la institución.

6. Resultados

El análisis de los resultados se desarrolló a partir de un enfoque integrador que articuló información cuantitativa obtenida mediante encuestas aplicadas a estudiantes, datos cualitativos derivados de entrevistas estructuradas a docentes del área de Ciencias Naturales, personal administrativo y personal de servicios generales, así como registros provenientes de la observación directa de las prácticas de laboratorio. La triangulación de estas fuentes permitió comprender de manera articulada las prácticas institucionales, las dinámicas pedagógicas y las percepciones de los actores, fortaleciendo la validez interna del estudio (Denzin, 2012; Hernández-Sampieri et al., 2018).

Los resultados se presentan organizados en torno a cuatro ejes analíticos directamente vinculados con los objetivos de la investigación:

1. prácticas institucionales y pedagógicas,
2. percepciones del estudiantado,
3. condiciones institucionales que inciden en la gestión de residuos, y
4. procesos de invisibilización pedagógica del residuo químico y biológico.

6.1 Prácticas institucionales y pedagógicas asociadas a la gestión de residuos

Los resultados evidencian que la gestión de los residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la institución se sustenta principalmente en prácticas operativas y pedagógicas individuales, lideradas por los docentes del área de Ciencias Naturales. Si bien el 85,7 % de los docentes reconoce la importancia del manejo adecuado de los residuos, solo el 42,9 % afirma aplicar procedimientos definidos para su gestión, lo que pone de manifiesto una brecha entre el reconocimiento conceptual del problema y su operacionalización sistemática.

Las entrevistas revelan que, ante la ausencia de protocolos institucionales claramente formalizados, los docentes asumen de manera empírica tareas asociadas a la organización del laboratorio, la disposición temporal de residuos y la mitigación de riesgos durante las prácticas. Este hallazgo coincide con lo reportado por Ramos Rincón y Peña Prieto (2008), Benítez et al. (2013) y Tupaz Enríquez y Riascos Forero (2018), quienes señalan que en contextos de educación pública la gestión de insumos y residuos suele depender de la iniciativa individual del profesorado más que de sistemas institucionales consolidados.

Desde la perspectiva administrativa, el 100 % del personal encuestado manifiesta que la institución no cuenta con un sistema formal de gestión de residuos químicos y biológicos, lo que confirma que estos procesos no se encuentran integrados de manera estructural a la gestión escolar. Esta situación se ve agravada en el caso del personal de servicios generales, ya que la totalidad de los participantes afirma no haber recibido capacitación específica en manejo de residuos peligrosos, a pesar de su rol clave en la fase final de la gestión. Esta ausencia de formación representa un riesgo directo para la salud ocupacional y una ruptura en la cadena de gestión.

6.2 Percepciones del estudiantado frente a la seguridad y el manejo de residuos

Los resultados de las encuestas muestran que el laboratorio de Ciencias Naturales es percibido como un espacio de uso frecuente por una proporción significativa del estudiantado: el 50,75 % afirma utilizarlo al menos una vez por semana, el 35,18 % reporta un uso mensual y el 14,07 % un uso esporádico. Esta frecuencia confirma que el laboratorio constituye un escenario pedagógico relevante dentro del proceso de enseñanza de las ciencias.

En términos de percepción de seguridad, el 92,46 % de los estudiantes manifiesta sentirse cómodo y seguro durante las actividades de laboratorio. No obstante, el análisis cualitativo de las respuestas abiertas evidencia que esta percepción se construye principalmente a partir de la presencia constante del docente, el uso de elementos de protección personal y la ausencia de accidentes visibles. Expresiones como “nunca ha pasado nada” o “no se hacen cosas peligrosas” sugieren una comprensión limitada del riesgo químico y biológico, centrada en eventos inmediatos y no en exposiciones latentes o acumulativas.

Este hallazgo coincide con lo planteado por Chartier (2014) y la OMS (2017), quienes advierten que la percepción subjetiva de seguridad no constituye un indicador confiable de una gestión adecuada del riesgo, especialmente en entornos donde los peligros no son evidentes de manera inmediata.

6.3 Condiciones institucionales que inciden en las prácticas y percepciones

En relación con el estado general de los laboratorios, el 57,29 % de los estudiantes los califica como “buenos” y el 33,67 % como “muy buenos”. Sin embargo, las respuestas abiertas introducen matices relevantes, al mencionar de manera recurrente problemas como malos olores,

mesas deterioradas, lavamanos que no funcionan, sillas en mal estado y falta de mantenimiento de algunos implementos.

La presencia de olores persistentes resulta particularmente significativa desde una perspectiva de bioseguridad, ya que puede estar asociada a ventilación insuficiente, almacenamiento inadecuado de sustancias o acumulación de residuos sin tratamiento oportuno. Aunque los estudiantes no identifican explícitamente el origen de estos olores, su percepción constituye un indicio relevante de posibles riesgos latentes, reforzando lo señalado por Chartier (2014) respecto a la discrepancia entre limpieza visible y seguridad real.

En cuanto al equipamiento, el 71,36 % considera que el laboratorio cuenta con lo necesario para realizar las prácticas, mientras que el 28,14 % identifica carencias. Las respuestas abiertas muestran que la percepción de suficiencia está fuertemente asociada a la capacidad del docente para “conseguir” materiales, lo que desplaza la responsabilidad institucional hacia la gestión individual y refuerza la normalización de soluciones informales.

6.4 Invisibilización pedagógica del residuo químico y biológico

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio es la escasa visibilidad pedagógica del residuo químico y biológico dentro de las prácticas de laboratorio. A pesar de la diversidad de actividades reportadas —experimentos químicos, análisis biológicos, prácticas mixtas y observación microscópica—, los estudiantes no hacen referencia a procesos diferenciados de identificación, segregación o disposición de residuos.

Esta ausencia de referencias explícitas sugiere que la gestión de residuos no se configura como un contenido formativo dentro de la experiencia educativa, sino como un subproducto operativo que se resuelve de manera implícita. Esta invisibilización pedagógica puede contribuir a la naturalización de prácticas inadecuadas y a la falta de conciencia ambiental, entrando en tensión con los principios de la educación ambiental y la formación de ciudadanos responsables.

6.5 Triangulación de resultados

La triangulación de los resultados se constituyó en un eje central del análisis, al permitir contrastar e integrar la información obtenida a través de las encuestas aplicadas al estudiantado, las entrevistas realizadas a docentes, personal administrativo y personal de servicios generales, así como los registros derivados de la observación directa de las prácticas desarrolladas en los

laboratorios de Ciencias Naturales. Este proceso metodológico posibilitó una comprensión más profunda de la gestión de los residuos químicos y biológicos, al articular percepciones, prácticas institucionales y condiciones reales del entorno escolar, fortaleciendo la validez y consistencia de los hallazgos (Denzin, 2012; Hernández-Sampieri et al., 2018).

Desde la perspectiva del estudiantado, los resultados de las encuestas evidencian una percepción mayoritariamente positiva del laboratorio como espacio seguro y funcional, asociada principalmente a la supervisión constante del docente, al uso de elementos de protección personal y a la ausencia de accidentes visibles durante las prácticas experimentales. Sin embargo, al contrastar estas percepciones con la información obtenida mediante la observación directa y las entrevistas, se identifica una brecha significativa entre la percepción subjetiva de seguridad y la existencia de prácticas institucionales formalizadas de gestión preventiva del riesgo. Mientras los estudiantes tienden a interpretar la seguridad como un atributo inherente al orden visible y a la mediación docente, los actores adultos reconocen limitaciones estructurales relacionadas con la ausencia de protocolos claros, la informalidad en la segregación de residuos y la falta de capacitación sistemática del personal involucrado.

La información recogida a través de las entrevistas a docentes revela que gran parte de la gestión de los residuos químicos y biológicos se sostiene en prácticas adaptativas e individuales, desarrolladas en función de la experiencia profesional y del compromiso personal con la seguridad del estudiantado. Esta dependencia de la acción docente, aunque permite el funcionamiento cotidiano del laboratorio, no garantiza la consolidación de un sistema institucional estable y reproducible. Al mismo tiempo, las entrevistas con el personal administrativo y de servicios generales ponen en evidencia una escasa articulación entre las decisiones pedagógicas, los procesos de gestión escolar y las responsabilidades asociadas al manejo final de los residuos, lo que genera puntos críticos dentro de la cadena de gestión.

La observación directa aporta elementos clave para la triangulación, al visibilizar aspectos que no siempre emergen de manera explícita en los discursos de los participantes. La presencia recurrente de olores persistentes, la ventilación limitada, el deterioro del mobiliario y la ausencia de contenedores diferenciados para residuos químicos y biológicos constituyen indicadores materiales que contrastan con la percepción generalizada de seguridad expresada por el estudiantado. Estos hallazgos confirman que la limpieza aparente y el orden visible no

necesariamente reflejan condiciones óptimas de bioseguridad, tal como lo advierte la literatura especializada en gestión de riesgos en entornos educativos (Chartier, 2014; OMS, 2017).

Asimismo, la triangulación permite identificar procesos de invisibilización pedagógica del residuo químico y biológico. Aunque los estudiantes participan en prácticas experimentales diversas —químicas, biológicas y mixtas—, no hacen referencia a procedimientos diferenciados de identificación, clasificación o disposición de los residuos generados. Esta ausencia de referencias explícitas, contrastada con la información documental y con los relatos docentes, sugiere que la gestión de residuos no se configura como un contenido formativo intencionado, sino como un aspecto operativo que se resuelve de manera implícita. En este sentido, la triangulación evidencia que la invisibilización del residuo no es únicamente un problema técnico, sino un fenómeno pedagógico e institucional que limita el desarrollo de competencias ambientales y preventivas.

Al contrastar los hallazgos empíricos con el marco normativo vigente en materia de gestión de residuos peligrosos y bioseguridad, se observa una brecha entre las exigencias formales de la normativa y las prácticas reales desarrolladas en la institución. No obstante, esta brecha no puede interpretarse únicamente como incumplimiento, sino como expresión de tensiones estructurales propias del contexto de la educación pública, donde las limitaciones de recursos, la sobrecarga de funciones docentes y la falta de acompañamiento técnico condicionan la implementación de sistemas formales de gestión ambiental.

En conjunto, la triangulación de los resultados permite afirmar que la gestión de los residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla se caracteriza por una funcionalidad operativa sostenida por prácticas pedagógicas individuales y por percepciones positivas del estudiantado, pero carece de una estructuración institucional visible y sistemática. Esta configuración genera una paradoja: un ambiente percibido como seguro y controlado que, al mismo tiempo, presenta riesgos latentes asociados a la informalidad de los procesos y a la ausencia de una integración pedagógica explícita del manejo de residuos.

6.6 Lineamientos para el fortalecimiento de la gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla

Los lineamientos se conciben como herramientas orientadoras para la toma de decisiones institucionales, el fortalecimiento de las prácticas pedagógicas y la consolidación de una cultura escolar de prevención, responsabilidad ambiental y sostenibilidad, en coherencia con el Decreto 4741 de 2005, la Ley 1252 de 2008 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente los ODS 3, 4, 12 y 13.

6.6.1 Lineamientos técnicos para la gestión segura de residuos químicos y biológicos

6.6.1.1 Identificación y clasificación de residuos

Se propone establecer un proceso sistemático de identificación y clasificación de los residuos químicos y biológicos generados en los laboratorios escolares, diferenciando al menos entre:

- Residuos químicos peligrosos.
- Residuos biológicos o biosanitarios.
- Residuos ordinarios asociados a la práctica experimental.

Este proceso debe ajustarse a los criterios establecidos en el Decreto 4741 de 2005 y en la Guía para la gestión de residuos peligrosos en laboratorios del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2025), priorizando la claridad conceptual y la facilidad operativa para los actores involucrados.

La identificación de residuos constituye un paso fundamental para reducir riesgos de exposición, prevenir la contaminación cruzada y garantizar una disposición adecuada, incluso en contextos donde no se cuenta con gestores externos especializados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025).

6.6.1.2 Segregación en la fuente y almacenamiento temporal

Se recomienda implementar prácticas básicas de segregación en la fuente, mediante el uso de recipientes claramente rotulados y diferenciados, ubicados en zonas estratégicas del laboratorio. Esta medida responde a uno de los principios centrales de la gestión integral de residuos peligrosos

y permite minimizar riesgos durante la manipulación posterior (Ramos Rincón & Peña Prieto, 2008).

El almacenamiento temporal de los residuos debe realizarse en espacios ventilados, seguros y de acceso restringido, evitando la acumulación prolongada y el contacto con áreas de circulación frecuente. Aunque las limitaciones de infraestructura pueden dificultar la adecuación de espacios exclusivos, la delimitación funcional y la señalización adecuada constituyen acciones de bajo costo y alto impacto preventivo.

6.6.2 Lineamientos pedagógicos para la integración de la gestión de residuos al proceso educativo

6.6.2.1 Incorporación de la gestión de residuos como contenido formativo

Uno de los principales hallazgos de la investigación es la invisibilización pedagógica de los residuos químicos y biológicos. En este sentido, se propone integrar explícitamente el componente de bioseguridad y de la gestión de residuos como contenido transversal dentro de las prácticas de laboratorio, vinculándola con los temas curriculares de química, biología y educación ambiental.

Esta integración permite transformar el residuo de un subproducto operativo en un objeto de reflexión científica, ética y ambiental, fortaleciendo competencias relacionadas con el pensamiento crítico, la prevención del riesgo y la sostenibilidad (Tupaz Enríquez & Riascos Forero, 2018; Hodson, 2011).

6.6.2.2 Estrategias didácticas contextualizadas

Se sugiere el diseño de estrategias pedagógicas como:

- Socialización de los materiales y protocolos de bioseguridad requeridos para cada una de las prácticas de laboratorio.
- Publicación de infografías con los protocolos de disposición de los residuos químicos y biológicos.
- Discusión de impactos ambientales y sanitarios asociados a prácticas experimentales.

Estas estrategias fortalecen el carácter formativo del laboratorio y contribuyen al cumplimiento del ODS 4, al promover aprendizajes significativos y contextualizados (UNESCO, 2017).

6.6.3 Lineamientos institucionales y de gestión escolar

6.6.3.1 Formalización de protocolos internos

Se recomienda la elaboración y socialización de protocolos internos básicos para el manejo de residuos químicos y biológicos, ajustados a las capacidades reales de la institución. Estos protocolos deben contemplar, al menos:

- Responsables por etapa del proceso
- Procedimientos de segregación y almacenamiento
- Acciones básicas ante incidentes o derrames.

La formalización documental fortalece la trazabilidad, reduce la dependencia de prácticas individuales y contribuye a la consolidación de una cultura institucional de prevención (Schein, 2017).

6.6.3.2 Articulación interinstitucional y gestión de apoyos

Dado el contexto de la educación pública, se propone fortalecer la articulación con entidades distritales, secretarías de educación y ambiente, así como con programas de apoyo institucional, con el fin de acceder a asesoría técnica, capacitaciones y, cuando sea posible, servicios de disposición especializada.

Esta articulación responde a lo planteado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018), que reconoce la necesidad de acompañamiento técnico a las instituciones educativas para el cumplimiento efectivo de la normatividad ambiental.

6.6.4 Lineamientos de capacitación y protección del personal

6.6.4.1 Capacitación integral y diferenciada

La investigación evidenció una brecha crítica en la capacitación del personal de servicios generales. En este sentido, se propone implementar procesos de capacitación diferenciada, dirigidos a:

- Docentes del área de Ciencias Naturales.
- Personal administrativo.
- Personal de servicios generales.

Estas capacitaciones deben abordar riesgos específicos, uso de elementos de protección, manejo seguro de residuos y respuesta ante incidentes, en concordancia con la Resolución 1356 de 2012 y los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2014).

Los lineamientos propuestos constituyen una ruta progresiva para fortalecer la gestión de los residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la I.E.D. Colegio Rodrigo Lara Bonilla. Su implementación no solo permitiría reducir riesgos y mejorar el cumplimiento normativo, sino también transformar el laboratorio en un espacio pedagógico coherente con los principios de sostenibilidad, prevención y responsabilidad ambiental. Estos lineamientos sientan las bases para la construcción de una cultura institucional que reconozca los residuos como un eje estratégico de la educación científica, la seguridad escolar y el desarrollo sostenible, en concordancia con los hallazgos de la investigación y con las exigencias del contexto educativo.

7. Conclusiones

7.1 Conclusión asociada al Objetivo específico 1: Caracterizar los residuos químicos y biológicos generados en las prácticas de laboratorio, así como las condiciones institucionales en las que se produce su manejo.

La investigación permitió concluir que en los laboratorios de la institución se generan residuos químicos y biológicos de diversa naturaleza, asociados a prácticas experimentales químicas, biológicas y mixtas, cuya presencia es constante, aunque irregular. Sin embargo, estos residuos no se encuentran formalmente caracterizados ni diferenciados dentro de un sistema institucional, lo que dificulta su reconocimiento como elementos que requieren un manejo específico. Las condiciones institucionales en las que se produce su manejo —marcadas por la ausencia de inventarios, registros sistemáticos y espacios claramente definidos— contribuyen a que los residuos permanezcan diluidos dentro de la dinámica cotidiana del laboratorio, sin una visibilidad clara que permita anticipar riesgos o planificar acciones preventivas de manera estructurada.

7.2 Conclusión asociada al Objetivo específico 2: Analizar las prácticas institucionales y pedagógicas asociadas a la gestión de los residuos químicos y biológicos, considerando el rol de docentes, estudiantes y personal de apoyo.

Se concluye que las prácticas de gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios se sostienen fundamentalmente en la acción individual de los docentes del área de Ciencias Naturales, quienes, a partir de su experiencia y compromiso, asumen funciones operativas y preventivas que no siempre cuentan con respaldo institucional formal. Esta centralidad del rol docente permite el desarrollo funcional de las prácticas experimentales, pero al mismo tiempo limita la consolidación de una gestión institucional compartida y sostenible. Asimismo, la participación del personal administrativo y de servicios generales se desarrolla de manera fragmentada y con escasa articulación pedagógica, lo que evidencia una débil integración de los distintos actores en la gestión del residuo como proceso institucional y educativo.

7.3 Conclusión asociada al Objetivo específico 3: Examinar las percepciones de seguridad y responsabilidad ambiental del estudiantado frente al manejo de residuos químicos y biológicos en los laboratorios escolares.

Los resultados permiten concluir que el estudiantado construye una percepción mayoritariamente positiva de seguridad en el laboratorio, asociada principalmente a la supervisión docente, al uso de elementos de protección personal y a la ausencia de incidentes visibles. No obstante, esta percepción no se acompaña necesariamente de una comprensión explícita de los riesgos químicos y biológicos ni de una conciencia clara sobre las prácticas de gestión de residuos. En este sentido, la responsabilidad ambiental aparece más vinculada a normas implícitas de comportamiento que a procesos formativos intencionados, lo que evidencia una brecha entre sentirse seguro y comprender críticamente el riesgo y sus implicaciones ambientales.

7.4 Conclusión asociada al Objetivo específico 4: Proponer lineamientos técnicos, pedagógicos e institucionales orientados al fortalecimiento de la gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la institución.

A partir de los hallazgos obtenidos, se concluye que la formulación de lineamientos para el fortalecimiento de la gestión de residuos químicos y biológicos resulta pertinente y necesaria en el contexto institucional analizado. Dichos lineamientos deben trascender una lógica exclusivamente técnica y contemplar de manera integrada los componentes pedagógicos e institucionales, reconociendo el manejo del residuo como un eje formativo y no solo operativo. Su adopción progresiva permitiría avanzar hacia una gestión más estructurada, visible y coherente, capaz de fortalecer la seguridad escolar, la educación ambiental y la corresponsabilidad de los distintos actores de la comunidad educativa.

8. Referencias

- Benítez, J., Rodríguez, M., & Salazar, L. (2013). Gestión de residuos químicos en laboratorios escolares: implicaciones para la seguridad y la educación ambiental. *Revista Educación y Ciencia*, 16(2), 45–58.
- Chartier, Y. (Ed.). (2014). *Safe management of wastes from health-care activities* (2nd ed.). World Health Organization Press.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Denzin, N. K. (2012). *Triangulation 2.0*. Journal of Mixed Methods Research, 6(2), 80–88. <https://doi.org/10.1177/1558689812437186>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Hernández-Sampieri, R., Mendoza-Torres, C. P., & Baptista-Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the future: Building a curriculum for social activism*. Sense Publishers.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Política para la gestión integral de residuos peligrosos*. Gobierno de Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025). *Guía para la gestión de residuos peligrosos en laboratorios*. Gobierno de Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Chemical safety and health at work*. WHO Press.
- Ramos Rincón, M., & Peña Prieto, M. (2008). Prácticas de gestión de residuos químicos en instituciones educativas públicas. *Revista Colombiana de Educación Ambiental*, 12(1), 33–47.
- Rieckmann, M. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing.
- Schein, E. H. (2017). *Organizational culture and leadership* (5th ed.). Wiley.
- Tupaz Enríquez, J., & Riascos Forero, L. (2018). Gestión de residuos y cultura ambiental en contextos educativos. *Revista Latinoamericana de Educación Ambiental*, 8(2), 67–82.
- United States Environmental Protection Agency. (2023). *Hazardous waste management guidelines for laboratories*. U.S. Environmental Protection Agency.
- World Health Organization. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities* (2nd ed.). WHO Press.

9. Anexos

Anexo 1. Formato de observación directa

Formato de Observación Directa

Datos Generales

- Fecha de la observación:
 - Hora de inicio:
 - Hora de finalización:
 - Nombre del observador:
 - Ubicación (laboratorio, aula, etc.):
 - Asignatura:
 - Grado:
 - Curso:
-

• Preparación del Laboratorio

1. ¿El laboratorio cuenta con los materiales necesarios para la gestión de residuos?
 - a) Sí
 - b) No
 - c) Parcialmente
 - **Observaciones:**
(Describe los materiales disponibles, su estado y ubicación)
 2. ¿El área de trabajo está organizada y preparada para el manejo seguro de residuos?
 - a) Sí
 - b) No
 - c) Parcialmente
 - **Observaciones:**
(Describe la organización y cualquier deficiencia observada)
-

• Generación de Residuos

3. ¿Se identifican claramente los residuos generados durante la práctica?
 - a) Sí

- b) No
- c) Parcialmente
- **Observaciones:**
(Describe los tipos de residuos generados y su identificación)

4. **¿Se siguen procedimientos específicos para separar residuos químicos y biológicos?**

- a) Sí
- b) No
- c) Parcialmente
- **Observaciones:**
(Describe los procedimientos y si se cumplen adecuadamente)

• **Almacenamiento y Disposición Temporal de Residuos**

5. **¿Los residuos son almacenados temporalmente en recipientes adecuados y etiquetados?**

- a) Sí
- b) No
- c) Parcialmente
- **Observaciones:**
(Describe los recipientes, su etiquetado y estado)

6. **¿Los residuos almacenados temporalmente son ubicados en áreas designadas y seguras?**

- a) Sí
- b) No
- c) Parcialmente
- **Observaciones:**
(Describe las áreas designadas y cualquier riesgo identificado)

• **Disposición Final de Residuos**

7. **¿Se realiza la disposición final de los residuos de acuerdo con los procedimientos establecidos?**

- a) Sí

- b) No
- c) Parcialmente
- **Observaciones:**
(Describe los procedimientos observados para la disposición final y cualquier incumplimiento)

8. **¿Se documenta adecuadamente la disposición final de los residuos?**

- a) Sí
- b) No
- c) Parcialmente
- **Observaciones:**
(Describe la documentación o registros observados)

• **Seguridad y Protocolos**

9. **¿El docente a cargo y los estudiantes siguen los protocolos de seguridad durante la gestión de residuos?**

- a) Sí
- b) No
- c) Parcialmente
- **Observaciones:**
(Describe los protocolos seguidos y cualquier incumplimiento o riesgo)

10. **¿Se dispone de equipos de protección personal (EPP) adecuados para el manejo de residuos?**

- a) Sí
- b) No
- c) Parcialmente
- **Observaciones:**
(Describe los equipos disponibles y su uso durante la observación)

6. Evaluación General

11. **¿Cómo calificaría la gestión general de residuos en el laboratorio durante la observación?**

- a) Muy adecuada
- b) Adecuada
- c) Inadecuada
- d) Muy inadecuada
- **Observaciones:**

(Proporcione una evaluación general basada en las prácticas observadas)

12. Recomendaciones para mejorar la gestión de residuos:

(Especifique cualquier recomendación para mejorar las prácticas de gestión de residuos)

Firma del Observador:

(Nombre y firma del observador)

Fecha:

(Fecha de diligenciamiento del formato)

Responsable de aplicación de la técnica.

- Luis Alejandro Martínez Morera – Docente de Química

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Entrevista estructurada personal de servicios generales.

Entrevista estructurada sobre el conocimiento y manejo de residuos químicos y biológicos

Dirigida a: Personal de servicios generales y mantenimiento

Objetivo: Identificar el conocimiento, prácticas y desafíos en la gestión de residuos químicos y biológicos en los laboratorios de la institución.

I. Datos generales del entrevistado

1. Nombre:
2. Edad:
3. Años de experiencia en la institución:
4. Cargo específico:

II. Conocimiento sobre residuos químicos y biológicos

5. ¿Sabe qué son los residuos químicos y biológicos? (Sí / No) =
o Si respondió "Sí", ¿cómo los definiría?
-

6. ¿Ha recibido capacitación sobre la clasificación y manejo de residuos químicos y biológicos? (Sí / No) =
o Si respondió "Sí", ¿cuándo fue la última capacitación?
-

- o ¿Qué temas se abordaron en esa capacitación?
-

III. Manejo y gestión de residuos en la institución

7. Describa ¿cómo se realiza la recolección de los residuos químicos y biológicos en la institución?

Esos residuos van a la basura.

8. ¿Existen contenedores específicos para estos residuos en los laboratorios? (Sí / No)
o Si respondió "Sí", ¿están bien señalizados y diferenciados de otros residuos?
 9. ¿Quién es el responsable de la recolección y disposición de estos residuos en la institución?
-

10. ¿Puede describir el procedimiento que realiza habitualmente para el aseo y mantenimiento de los laboratorios de la institución?

11. ¿Cuál es su procedimiento habitual cuando encuentra residuos químicos o biológicos en los laboratorios de la I.E.D?

12. ¿Ha tenido dificultades o accidentes laborales al manipular residuos de los laboratorios? (Sí / No)

- Si respondió "Sí", ¿podría describir alguno?
-
-
-

IV. Seguridad y percepción de riesgos

12. ¿Considera que el manejo actual de los residuos en la institución es seguro? (Sí / No)

- Si respondió "No", ¿qué mejoras considera necesarias?
-
-
-

13. ¿Cuenta con los elementos de protección personal adecuados para manipular estos residuos? (Guantes, mascarilla, bata, gafas de seguridad, etc.). ¿Utiliza estos elementos de seguridad durante sus labores?

14. ¿Cree que los residuos químicos y biológicos representan un riesgo para la salud del personal de servicios generales y mantenimiento? (Sí / No)

- Si respondió "Sí", ¿qué tipo de riesgos considera más preocupantes?
-
-
-

V. Propuestas y mejoras

15. ¿Qué cambios o mejoras sugeriría en la institución para mejorar la gestión de los residuos químicos y biológicos?

16. ¿Le gustaría recibir más capacitación sobre el manejo de estos residuos? (Sí / No)

- Si respondió "Sí", ¿qué temas le gustaría que se abordaran?
-
-
-

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Entrevista estructurada personal administrativo**ENTREVISTA ESTRUCTURADA SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN LA I.E.D RODRIGO LARA BONILLA**

- **Dirigida a:** Personal administrativo (Inventarios y Almacén, Coordinaciones y Rectoría)
- **Objetivo:** Identificar el nivel de conocimiento, percepción y aplicación del marco normativo sobre la gestión de residuos químicos y biológicos en la institución.
- **Instrucciones:** La siguiente entrevista tiene como propósito recopilar información sobre el manejo de residuos químicos y biológicos en la institución. Responda cada pregunta de manera clara y precisa.

I. Datos Generales

1. Nombre: (Opcional)
2. Cargo en la institución:
☐ Inventarios y Almacén
☐ Coordinación Académica o de Convivencia
☐ Rectoría
3. Años de experiencia en la institución:
☐ Menos de 1 año
☐ Entre 1 y 3 años
☐ Más de 3 años

II. Conocimiento sobre residuos químicos y biológicos

4. ¿Tiene conocimiento sobre qué son los residuos químicos y biológicos? (Sí / No)
o Si respondió "Sí", ¿cómo los definiría?

5. ¿Conoce la normativa colombiana vigente sobre la gestión de residuos peligrosos en instituciones educativas? (Sí / No) =

6. ¿Aplica la normatividad vigente sobre la gestión de residuos peligrosos? (Si / No) respondió "Sí" ¿Podría comentar alguna norma o tema sobre la legislación?

7. ¿Ha recibido capacitación en la gestión de residuos químicos y biológicos dentro de la institución? (Sí / No) =

o Si respondió "Sí", ¿cuándo fue la última capacitación y qué temas abordaron?

III. Gestión de residuos químicos y biológicos en la institución

7. ¿Existen protocolos claros en la institución para la recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos químicos y biológicos generados en los laboratorios? (Sí / No) =

—
o Si respondió "Sí", ¿podría realizar un comentario algo sobre los protocolos?

8. ¿Cuál de los siguientes actores de la comunidad educativa cree usted que es responsable directo de la gestión de estos residuos en la institución?

☐ Personal de servicios generales

☐ Docentes del área de ciencias

☐ Administración de la institución

☐ Entidad externa contratada

Otro _____

9. ¿Cómo se realiza el almacenamiento temporal de los residuos químicos y biológicos en la institución antes de su disposición final?

10. ¿La institución cuenta con aliados o convenios con entidades externas para la recolección y tratamiento adecuado de estos residuos? (Sí / No) = ____

• Si respondió "Sí", ¿con qué entidad y qué tipo de residuos gestionan?

IV. Cumplimiento normativo y percepción del riesgo

11. Según su conocimiento, ¿el manejo actual de los residuos químicos y biológicos en la institución cumple con la normativa ambiental y de seguridad vigente? (Sí / No) =

- Si respondió "No", ¿justifique comente su respuesta?
-
-

12. ¿Cree que existe un riesgo significativo para la comunidad educativa debido al manejo de estos residuos? (Sí / No) =

- ¿Justifique su respuesta?
-
-

13. ¿Existen registros o documentos oficiales donde se evidencie la gestión de residuos químicos y biológicos en la institución? (Sí / No) =

- Si respondió "Sí", ¿qué tipo de registros se llevan y con qué frecuencia se actualizan?
-
-

V. Propuestas y estrategias de mejora

14. ¿Considera que el personal administrativo debe involucrarse en la supervisión y mejora de la gestión de estos residuos? (Sí / No) ¿Por qué?

15. ¿Qué estrategias o mejoras propondría para optimizar el manejo de residuos químicos y biológicos en la institución?

16. ¿Cree necesario fortalecer la capacitación del personal docente, administrativo y de servicios generales en este tema? (Sí / No) = _____

- Si respondió "Sí", ¿qué aspectos cree que deberían abordarse en dichas capacitaciones?
-
-

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Entrevista estructurada a estudiantes.**Espacios de laboratorio, prácticas, manejo de residuos y bioseguridad**

1. Curso del estudiante: _____
2. Edad del estudiante: _____

Sección 1: Espacios de Laboratorio

3. ¿Con qué frecuencia utilizas los laboratorios de ciencias naturales de la institución?

Marca solo una respuesta.

Frecuentemente (1 vez por semana): ____

De vez en cuando (1 vez al mes): ____

Raramente (menos de 1 vez al mes): ____

Nunca: ____

4. ¿Cómo describirías el estado de los laboratorios en cuanto a espacio, organización y limpieza?

Justifique su respuesta.

Marca solo una respuesta.

Muy bueno: ____

Bueno: ____

Regular: ____

Malo: ____

5. ¿Consideras que los laboratorios están bien equipados para realizar las actividades prácticas necesarias en tus clases? Justifique su respuesta.

Marca solo una respuesta.

Sí, tienen todo lo necesario: ____

Tienen algunas cosas, pero faltan equipos o materiales: ____

Están mal equipados, faltan muchos equipos y materiales: ____

6. ¿Te sientes cómodo/a y seguro/a realizando actividades en el laboratorio? Justifica tu respuesta

Marca solo una respuesta.

- Si: ____
 - A veces: ____
 - No: ____
-
-

Sección 2: Prácticas Realizadas

7. ¿Qué tipo de prácticas de laboratorio realizas en tus clases de ciencias? (puedes marcar más de una opción)

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Experimentos químicos: ____
- Análisis biológicos (disecciones, cultivos, muestras biológicas): ____
- Observación microscópica: ____
- Manejo de sustancias peligrosas: ____
- Otras: _____

8. ¿Consideras que las prácticas de laboratorio te ayudan a entender mejor los temas que ves en clase? Justifica tu respuesta

Marca solo una respuesta.

- Si, mucho: ____
 - Si, pero pudiese mejorar: ____
 - No, no me ayudan mucho: ____
-
-

9. ¿Qué te gustaría mejorar o cambiar en las prácticas de laboratorio actuales?

Sección 3: Manejo de Residuos Químicos y Biológicos

10. ¿Has recibido alguna capacitación o explicación sobre cómo manejar los residuos generados en el laboratorio?

Marca solo una respuesta.

- Si, en varias ocasiones: ____
- Si, una vez: ____
- No, nunca: ____

11. ¿Tienes alguna observación o sugerencia con relación a la pregunta anterior?

12. Cuando realizas experimentos en el laboratorio, ¿qué haces con los residuos generados (químicos o biológicos)? Justifica tu respuesta

Marca solo una respuesta.

- Los recojo y los separo según las indicaciones: ____
- Los desecho en cualquier contenedor (si existen contenedores): ____
- Los arrojo por el desagüe o la caneca: ____
- No sé qué hacer con ellos: ____

13. ¿El laboratorio cuenta con recipientes claramente identificados para separar los residuos químicos y biológicos?

Marca solo una respuesta.

- Si: ____
- No: ____

14. ¿Tienes alguna observación o sugerencia con relación a la pregunta anterior?

15. ¿Qué tan importante crees que es el manejo adecuado de los residuos en el laboratorio?

Justifica tu respuesta

Marca solo una respuesta.

- Muy importante: ____
- Importante: ____
- Poco importante: ____
- No es importante: ____

Sección 4: Bioseguridad en el Laboratorio

16. ¿Usas regularmente equipos de protección (guantes, gafas, tapa bocas, bata) cuando trabajas en el laboratorio?

Marca solo una respuesta.

- Si, siempre: ____
- A veces: ____
- No, nunca: ____

17. ¿Tienes alguna observación o sugerencia con relación a la pregunta anterior?

18. ¿Te sientes informado/a sobre las medidas de bioseguridad que debes seguir en el laboratorio?

Justifica tu respuesta

Marca solo una respuesta

- Sí, sé qué debo hacer: ____
 - Tengo algunas dudas: ____
 - No, no me han informado: ____
-
-

19. ¿Qué medidas de bioseguridad se implementan durante las prácticas de laboratorio en tu colegio? (puedes marcar más de una opción)

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Uso de guantes: ____
- Uso de gafas protectoras: ____
- Desinfección de superficies y materiales: ____
- Manejo de cabinas de seguridad biológica: ____
- Otros: _____

20. ¿Tienes alguna observación o sugerencia con relación a la pregunta anterior?

21. ¿Consideras que las medidas de bioseguridad implementadas en el laboratorio son suficientes?

Justifica tu respuesta

Marca solo una respuesta.

- Si: ____
 - Podrían mejorar: ____
 - No: ____
-
-

22. En caso de un accidente en el laboratorio (derrames, exposición a sustancias peligrosas), ¿sabes cómo actuar?

Marca solo una respuesta.

- Si: ____
- Tengo algunas dudas: ____
- No: ____

23. ¿Tienes alguna observación o sugerencia con relación a la pregunta anterior?

Sección 5: Opiniones y Sugerencias

24. ¿Qué crees que debería mejorar en el manejo de residuos químicos y biológicos en tu laboratorio? ¿Por qué?

25. ¿Qué medidas de bioseguridad adicionales crees que deberían implementarse para mejorar la seguridad en el laboratorio?

26. ¿Te gustaría recibir más capacitación o información sobre el manejo de residuos y bioseguridad? Justifica tu respuesta

Marca solo una respuesta

- Si: ____
- No: ____

Fuente: Elaboración propia.