



**“Elaboración del Manual de Buenas Prácticas de
Seguridad y Calidad en los Procesos de los
Laboratorios de la Facultad de Química de la
Unidad Cerrillo UAEMéx”**

**TRABAJO TERMINAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRIA EN CALIDAD AMBIENTAL**

NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

**I.Q HILDA BERENICE VELÁZQUEZ NAVARRETE
No. Cuenta: 2430024**

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ARMANDO RAMIREZ SERRANO

CO-DIRECTORES:

DRA. EDITH ERIELIA GUTIÉRREZ SEGURA

DRA. MARTHA DÍAZ FLORES



TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, ABRIL 2026



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Contenido

Agradecimientos.....	6
Resumen.....	8
Definiciones.....	¡Error! Marcador no definido.
1. Introducción.....	10
2. Antecedentes	12
2.1 Presentación del Tema.....	13
2.2 Planteamiento del Problema.....	14
2.3 Justificación.....	15
2.3.1 Importancia del Estudio	15
2.4 Pregunta de Investigación	16
2.5 Hipótesis	16
2.6 Objetivos	17
2.6.1 Objetivo General	17
3. Marco Teórico	18
3.1 Conceptos fundamentales	18
3.2 Normatividad aplicable	19
3.2.1 Marco Normativo de Seguridad	20
3.2.2 Importancia de la normatividad en laboratorios.....	21
3.2.3 Normativa nacional e internacional aplicable	22
3.2.4 Normas aplicables a los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx.....	24
3.2.5 Marco de normas de Calidad.....	27
3.3 Teorías y enfoques relevantes	31
3.4 Antecedentes académicos y prácticos.....	31
3.5 Bases conceptuales para el Manual	31
3.6. Seguridad y la Calidad en los Laboratorios	34
3.6.1 Línea del tiempo de la evolución de la Seguridad y Calidad en los Laboratorios	36
3.7 Línea del tiempo de la Facultad Química UAEMéx en su Historia	37
3.8 Química Verde en los laboratorios.....	39
3.8.1 La implementación y aplicación de la Química Verde en los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx implica	41
3.8.2 Tecnologías y Estrategias para la Implementación de la Química Verde.....	41
3.8.3 Beneficios de la Implementación	42
3.8.4 Desafíos y Recomendaciones	42



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

3.9 Carta a la Tierra.....	43
3.10 Agenda 2030	44
3.10.1 Vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible	45
3.11 Universidades Internacionales	46
A) Manuales de Seguridad y Calidad en Laboratorios	46
3.12 Importancia para los laboratorios UAEMéx	47
4. Auditorias	51
4.1 ¿Qué es una auditoria?	51
4.2 Antecedentes de las auditorías en laboratorios del Campus Cerrillo	51
4.2.1 Objetivos de las Auditorías en laboratorios son:	52
4.2.3 Pasos para Implementar el Sistema de Auditorías	53
4.2.4 Tipos de Auditorías en Laboratorios	54
4.2.5 Auditoría de Sistemas de Gestión de Calidad.....	55
4.3 Normativa Aplicable a Auditorías en Laboratorios Escolares	55
4.3.1 Directrices para la Auditoría de Sistemas de Gestión ISO 19011:2018 -	55
4.3.2 Regulaciones de la STPS	55
4.4 Metodología para la Realización de Auditorías en Laboratorios	55
4.4.1 Planificación de la Auditoría.....	55
4.4.2 Ejecución de la Auditoría	55
4.4.3 Informe de Auditoría	56
4.4.4 Seguimiento y Mejora Continua.....	56
4.5 Beneficios de las Auditorías en Laboratorios	56
5. Perspectiva de las dimensiones ambiental, social, económica y cultural aplicadas al proyecto.	59
5.1 Dimensión Ambiental.....	59
5.2 Dimensión Social.....	59
5.3 Dimensión Económica.....	60
5.4 Dimensión Cultural	60
5.5 Dimensión Normativa	61
5.5.1 Implementación efectiva de estándares normativos	63
6.METODOLOGIA.....	66
6.1 Desarrollo del Método.....	66
6.1.1 Diagrama de flujo de la metodología	67
7. Discusión de Resultados	73
8. Resultados	71
9. Alcances.....	76



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

10. Conclusiones.....	78
11. Recomendaciones y sugerencias.....	79
12. Limitaciones	81
13.- Referencias Bibliográficas	82
14. Anexos	87
Anexo 1. Croquis de laboratorios en el Campus Cerrillo.....	87
Anexo 2. Matriz de normas aplicables a los laboratorios	88
Anexo 3. Pirámide de Maslow	90
Anexo 4. Instalaciones de los laboratorios de la Facultad de Química Unidad Cerrillo UAEMéx. ..	91
Anexo 5. Diferencia con Manual de Buenas Prácticas & Manual de Seguridad y Calidad	95
Anexo 6. Área asignada para Residuos Peligrosos y Bitácoras de Laboratorios	966
Anexo 7. Clasificación de Residuos Peligrosos Químicos.	101
Anexo 8. Encuesta Realizada a Población Estudiantil.....	103
Anexo 9. Protocolo de Seguridad y Protección Civil	104
Anexo 10. Plan de Protección Civil Incluyentes.....	1055
Anexo 11. Manual Para el Manejo de Residuos Peligrosos Generados en la UAEMéx.....	1066
Anexo 12. Línea del Tiempo de Seguridad y Calidad en laboratorios.....	1077
Anexo 13. Encuesta para estudiantes, personal de laboratorio y docentes	1088
Anexo 14. Formato de Auditoría Interna.....	110

Contenido de Figuras

Figura 1. Cuadro Comparativo de Normas Internacionales en los laboratorios.....	24
Figura 2. Pirámide de Kelsen.....	30
Figura 3. Línea del tiempo den la evolución de la Seguridad y Calidad en los laboratorios.....	36
Figura 4. Línea del tiempo de la Facultad de Química UAEMéx en su Historia.....	38
Figura 5. Relación de los cuantos aspectos importantes que la carta a la tierra.....	43
Figura 6. Los 4 Objetivos del Desarrollo Sustentable en el Proyecto.....	46
Figura 7. Cuadro comparativo de los Manuales o Sistemas en Laboratorios Universitarios.....	48
Figura 8. Cuadro comparativo de manuales de seguridad y calidad en los laboratorios Universitarios	49
Figura 9. Diagrama de flujo de la metodología de auditoria.....	57
Figura 10. Diagrama de flujo de procesos para gestionar un programa de auditoría.....	58
Figura 11. Perspectiva de las dimensiones ambientales social, económico y cultural aplicadas al proyecto.....	85
Figura 12. Diagrama de Flujo de la metodología del Proyecto.....	87



Resumen

En el presente trabajo su objetivo general fue desarrollar un manual de buenas prácticas de seguridad y calidad en los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), con la finalidad de fortalecer las condiciones de trabajo, reducir riesgos y mejorar la confiabilidad de los procesos experimentales.

Para ello, se realizó un diagnóstico inicial que permitió identificar áreas de oportunidad relevantes, tales como la ausencia de estandarización en procedimientos, inconsistencias en el uso del equipo de protección personal, deficiencias en la señalización preventiva, así como oportunidades de mejora en el almacenamiento de reactivos y la falta de un documento integral que concentrara lineamientos de seguridad y calidad.

Con base en este análisis, se diseñó y estructuró un Manual alineándolo con la normativa vigente, el cual se organiza en seis apartados fundamentales: gestión de riesgos en el laboratorio, manejo seguro de sustancias químicas, control de calidad de equipos y materiales, procedimientos de emergencia, capacitación continua del personal y protocolos de mantenimiento y revisión periódica. Asimismo, el proyecto propone un sistema de auditorías internas orientado a asegurar el cumplimiento, la mejora continua y la permanencia de las buenas prácticas.

Como resultado, se logró la estandarización de procesos, la homologación de criterios de seguridad y la definición de procedimientos claros y reproducibles, lo que contribuye a disminuir la variabilidad en las prácticas de laboratorio. Se espera que la implementación del manual reduzca riesgos de accidentes, fortalezca la cultura de prevención y mejore la calidad de los resultados experimentales.

En conclusión, el manual constituye una herramienta integral que incorpora lineamientos basados en normativas nacionales como NOM, NMX y disposiciones de la STPS, además de integrar principios de sostenibilidad mediante su alineación con la Carta de la Tierra y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 3, 4, 12 y 13). Esto promueve el uso responsable de los recursos, la formación de profesionales éticos y el fortalecimiento de la calidad educativa. Asimismo, representa un instrumento pedagógico, técnico y de gestión que contribuye a la seguridad, la mejora continua y la proyección institucional de la UAEMéx, sentando bases para futuras acreditaciones bajo estándares nacionales e internacionales.



Definiciones

- ✓ **NOM** (Normas Oficiales Mexicanas): Las “**Noms**” son de cumplimiento obligatorio y son desarrolladas por entidades gubernamentales, deben de seguirse por Ley.
- ✓ **NMX** (Normas Oficiales Mexicanas): Las Normas Oficiales Mexicanas son de carácter voluntario, impulsadas por la Secretaría de Economía y el sector privado, y sirven como guía más que como un requisito, las NMX son recomendaciones que no son obligatorias.
- ✓ **STPS** (Secretaría del Trabajo y Previsión Social): *Normas oficiales mexicanas en seguridad laboral* para proteger a los trabajadores.
- ✓ **NOM-005-STPS-1998**: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- ✓ **NOM-017-STPS-2024**: Equipo de protección personal selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- ✓ **NOM-018-STPS-2015**: Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- ✓ **NOM-025-STPS-2008**: Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- ✓ **NOM-007-SSA3-2011**: Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos
- ✓ **NOM-010-SCT2-2009**: Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- ✓ **NMX-CC-9001-IMNC-2015**: Sistema de gestión de calidad adaptado a laboratorios escolares.
- ✓ **NOM-052-SEMARNAT-2005**: Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- ✓ **ISO 14001:2015** (International Organization for Standardization, 2015): Los sistemas de gestión ambiental promueven la sostenibilidad y el cumplimiento normativo
- ✓ **EPP**: Equipo de Protección Personal
- ✓ **Directrices de capacitación**: Ofrecen pautas específicas para capacitar a los empleados en seguridad, salud y desempeño laboral.



1. Introducción

El desarrollo del presente Trabajo Terminal de Grado (TTG) surge de la necesidad de fortalecer las condiciones de seguridad y calidad en los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo de la UAEMéx. Durante la evaluación inicial, se identificaron diversas áreas de oportunidad, tales como la falta de estandarización en procedimientos, inconsistencias en el uso del equipo de protección personal, deficiencias en la señalización y la ausencia de un documento integral que concentrara lineamientos claros en materia de seguridad y calidad. Estas situaciones representan un riesgo potencial para los usuarios y una limitante en la confiabilidad de los resultados experimentales, lo que motivó la elaboración de un manual que atienda dichas problemáticas de manera estructurada.

El TTG se encuentra organizado en distintos capítulos que abordan de manera integral el desarrollo del proyecto. En primer lugar, se presenta el planteamiento del problema, así como la justificación y los objetivos del estudio. Posteriormente, se incluye el marco teórico, donde se analizan conceptos relacionados con la seguridad en laboratorios, calidad, normatividad aplicable (NOM, NMX y lineamientos de la STPS) y buenas prácticas. En los capítulos siguientes se describe la metodología empleada, la cual permitió realizar el diagnóstico inicial de los laboratorios y sustentar el diseño del manual. Asimismo, se presentan los resultados obtenidos, incluyendo la identificación de áreas de mejora y el proceso de estructuración del manual. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas del trabajo realizado.

Asimismo, este trabajo se fundamenta en un enfoque de sostenibilidad integral, alineándose con los principios de la Carta de la Tierra, los cuales promueven el respeto por la vida, la integridad ecológica, la justicia social y la responsabilidad compartida. De igual manera, el proyecto se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente con el ODS 3 (Salud y bienestar), al promover entornos seguros; el ODS 4 (Educación de calidad), al fortalecer la formación académica mediante buenas prácticas; el ODS 12 (Producción y consumo responsables), mediante el manejo adecuado de sustancias químicas y residuos; y el ODS 13 (Acción por el clima), al fomentar prácticas responsables con el medio ambiente.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA

Como resultado principal, se desarrolló un Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad, el cual se estructura en seis apartados fundamentales: gestión de riesgos en el laboratorio, manejo seguro de sustancias químicas, control de calidad de equipos y materiales, procedimientos de emergencia, capacitación continua del personal y protocolos de mantenimiento y revisión periódica. Este manual integra lineamientos claros, procedimientos estandarizados, responsabilidades de los usuarios y formatos de control, con el propósito de garantizar su correcta implementación y seguimiento.

En conjunto, este trabajo contribuye a la mejora de las condiciones de seguridad, al fortalecimiento de la cultura de prevención, al cuidado del medio ambiente y al incremento de la calidad en los procesos experimentales, sentando bases para la mejora continua, el cumplimiento normativo y la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible.



2. Antecedentes

En la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx, como producto de este TTG se desarrolla un manual unificado en seguridad y calidad que regule los procesos en los laboratorios. Los estudiantes reciben lineamientos básicos, pero estos varían según el docente y no están documentados formalmente, tampoco un programa de capacitación a todo el personal que tenga acceso a los laboratorios ya sea personal docente, personal de laboratorios o estudiantes. Asimismo, la normatividad aplicable NOM, STPS y NMX establece requisitos que aún no se han implementado de manera integral.

Un laboratorio escolar forma parte de los espacios educativos destinados a fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la integración de teoría y práctica. En este contexto, se concibe como un entorno diseñado específicamente para la experimentación y el desarrollo de habilidades prácticas. De manera más específica, un laboratorio escolar es un espacio educativo donde los estudiantes adquieren competencias que complementan los conocimientos teóricos con la práctica.

La seguridad en los laboratorios escolares es fundamental para prevenir accidentes y garantizar un entorno de aprendizaje seguro. La implementación de medidas de seguridad reduce la exposición a sustancias químicas peligrosas, riesgos biológicos, eléctricos y mecánicos. Según la **NOM-018-STPS-2015**, la identificación y comunicación de riesgos es obligatoria para toda actividad con sustancias químicas.

La calidad en los laboratorios escolares se refiere en este proyecto al cumplimiento de procedimientos estandarizados que garantizan resultados confiables en las prácticas educativas. Adaptar sistemas de gestión de la calidad como la **ISO 9001:2015** permite fortalecer la trazabilidad, la organización y la mejora continua en el uso de equipos y materiales.

Entre los riesgos más frecuentes se encuentran quemaduras, intoxicaciones, incendios, explosiones, cortes y derrames. Los estudios señalan que la falta de uso de equipo de protección personal (EPP), el almacenamiento inadecuado de reactivos y la ausencia de capacitación son los principales factores que provocan accidentes.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA

Los laboratorios escolares deben adoptar medidas basadas en normatividad internacional y nacional.

En este proyecto destacan las mencionadas con anterioridad: **NOM-005-STPS-1998**, **NOM-017-STPS-2008**, **NOM-018-STPS-2015**.

La Importancia de la normativa garantiza seguridad física y química de estudiantes, personal de laboratorio y docentes, estandarización de prácticas y sirve de base para el desarrollo del Manual de Buenas Prácticas.

En las experiencias internacionales la UNESCO promueve la seguridad en laboratorios educativos como un componente esencial de la educación científica. En Estados Unidos, la OSHA establece lineamientos obligatorios para laboratorios académicos, mientras que en Europa se aplican las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) como estándar de calidad y seguridad. Estas experiencias pueden adaptarse al contexto mexicano para fortalecer los procesos escolares.

Los antecedentes en instituciones como la **UNAM**, **IPN** y **UAEMéx** se han implementado manuales internos de seguridad que incluyen protocolos para almacenamiento de sustancias, uso de EPP y procedimientos ante emergencias. Estos antecedentes son base importante para diseñar un Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los laboratorios escolares.

2.1 Presentación del Tema

El presente Trabajo Terminal de Grado aborda la elaboración de un Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los procesos de los laboratorios de la Facultad de Química de la UAEMéx, Unidad Cerrillo. Este tema surge a partir de la necesidad de establecer lineamientos claros que permitan mejorar las condiciones de trabajo dentro de los laboratorios, así como prevenir riesgos asociados al manejo de sustancias químicas y equipos especializados.

Actualmente dentro de los diversos laboratorios se observó la ausencia de protocolos estandarizados que orienten a estudiantes y personal técnico, así como docentes en el desarrollo seguro de sus actividades, lo que puede derivar en accidentes, contaminación o malas prácticas que afectan la calidad de los resultados experimentales.



Ante esta problemática, el objetivo principal de este trabajo fue diseñar un manual que integre normas, procedimientos y recomendaciones que contribuyan a garantizar la seguridad, el orden y la calidad en los procesos de laboratorio.

La importancia de este proyecto radica en que permitirá fortalecer la cultura de prevención, reducir riesgos y mejorar el desempeño académico y experimental dentro de la institución, beneficiando tanto a estudiantes como a docentes y personal técnico.

2.2 Planteamiento del Problema

Los laboratorios considerados para este proyecto de la Facultad de Química de la **Unidad Cerrillo de la UAEMéx** son espacios fundamentales para la formación académica de los estudiantes mediante la realización de prácticas experimentales en diversas disciplinas. Sin embargo, el desarrollo del **Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad** unifica los procedimientos y lineamientos para el manejo seguro de materiales, sustancias químicas y equipos, así como para la gestión de residuos y el cumplimiento de normativas de calidad y seguridad.

La falta de un documento normativo puede derivar en inconsistencias en la aplicación de medidas de seguridad, riesgos de accidentes, incumplimiento de estándares de calidad y dificultades en auditorías o procesos de acreditación en un futuro. Además, la carencia de procedimientos estandarizados impacta negativamente en la formación de los estudiantes, quienes podrían adquirir hábitos incorrectos en el manejo de materiales y en la ejecución de procesos experimentales.

Las normas mencionadas en este proyecto de TTG, así como regulaciones de la **Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)** establecen criterios esenciales para la operación segura y confiable de los laboratorios, pero sin un manual específico adaptado a la realidad de la Unidad Cerrillo, su cumplimiento puede ser parcial o ineficaz.

Ante esta problemática, surge la necesidad de desarrollar un **Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad**, que establezca directrices claras para la operación de los laboratorios que reduzca riesgos, mejore la trazabilidad de los procesos y fortalezca la cultura de seguridad y calidad en la comunidad universitaria.



2.3 Justificación

Los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo de la UAEMéx desempeñan un papel fundamental en la formación académica de los futuros profesionistas y en la realización de actividades experimentales que requieren controles de seguridad y calidad. Sin embargo, la ausencia de un manual unificado en todos los laboratorios de buenas prácticas puede generar inconsistencias en la aplicación de normas, aumentando los riesgos de accidentes y afectando la confiabilidad de los resultados obtenidos en los experimentos, es fundamental asegurar que, dentro del laboratorio, no solo cumplan con los estándares de seguridad y calidad, sino que también minimicen el impacto ambiental.

La elaboración de un **Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad** proporcionará lineamientos claros y específicos para garantizar el cumplimiento de normativas nacionales, y las regulaciones de la **STPS**, así como estándares institucionales de operación segura. Este manual contribuirá a minimizar riesgos, optimizar procesos y fomentar una cultura de seguridad en el entorno académico.

Además, al contar con un manual estructurado, se facilitará la capacitación del personal y los estudiantes en el control de calidad de los procedimientos realizados en los laboratorios.

2.3.1 Importancia del Estudio

Este estudio es relevante porque fortalece la seguridad y la calidad en los laboratorios académicos, asegurando condiciones óptimas para el desarrollo de prácticas experimentales. La implementación del manual permitirá:

- Reducir riesgos asociados al manejo de sustancias químicas, equipos y residuos.
- Garantizar que los procedimientos cumplan con estándares de calidad y reproducibilidad.
- Fomentar una cultura de prevención y responsabilidad social en la comunidad universitaria.
- Facilitar auditorías y acreditaciones al proporcionar documentación formal sobre los protocolos de seguridad y calidad.
- Contribuir a la formación integral de los estudiantes, dotándolos de conocimientos aplicables en entornos profesionales.



En este sentido, la elaboración del manual no solo beneficiará a la Unidad Cerrillo de la UAEMéx, sino que podrá servir como modelo y ejemplo para otras instituciones educativas que busquen fortalecer sus prácticas de laboratorio bajo estándares normativos actualizados.

Recordemos que en el Libro de Responsabilidad social universitaria menciona hacia dónde dirigirnos como institución para “impulsar el conocimiento de todos con valores y realizar nuestras actividades con responsabilidad social y su objetivo es acompañar a la universidad en la comprensión y práctica.” (Díaz, 2011, pág.7)

2.4 Pregunta de Investigación

¿Cómo puede la elaboración de un Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los Procesos de los Laboratorios contribuir a la mejora de la seguridad, la calidad educativa y la eficiencia en la formación de los estudiantes de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx?

Se logra responder gracias a la investigación de este TTG en el apartado de resultados.

2.5 Hipótesis

La implementación de un Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los procesos de los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx mejorará significativamente la seguridad del personal, la calidad de los resultados experimentales y la eficiencia operativa, reduciendo así el número de incidentes y errores en las prácticas de laboratorio.



2.6 Objetivos

2.6.1 Objetivo General

Desarrollar un manual de buenas prácticas de seguridad y calidad en los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx.

2.6.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un análisis de la normatividad en seguridad aplicable a los laboratorios de docencia de la licenciatura de Ingeniería Química.
2. Realizar diagnóstico con encuestas a los usuarios de los laboratorios para observar la necesidad para elaborar el manual de buenas prácticas de seguridad y calidad conforme a las normas de seguridad y calidad para su función.
3. Diseñar el contenido del manual.
4. Desarrollar un programa de Capacitación al personal técnico de los laboratorios, así como el alumnado de la unidad y de los docentes involucrados en las materias de laboratorios.



3. Marco Teórico

La seguridad y la calidad en los laboratorios escolares constituyen ejes fundamentales para el desarrollo de competencias académicas y profesionales en estudiantes de ciencias. Los laboratorios son espacios destinados a la experimentación, la observación y la aplicación de conocimientos teóricos; sin embargo, al ser escenarios donde se manipulan sustancias químicas, biológicas y equipos especializados, representan también fuentes potenciales de riesgo. En este sentido, el establecimiento de lineamientos claros y documentados en torno a la prevención de accidentes y al aseguramiento de la calidad resulta indispensable para garantizar un entorno de trabajo seguro y eficiente.

3.1 Conceptos fundamentales

Un **laboratorio escolar** se define como un espacio didáctico destinado a la enseñanza práctica de las ciencias, en el cual los estudiantes desarrollan habilidades técnicas y competencias profesionales (Pérez y Gómez, 2018). Dentro de estos espacios se manejan instrumentos, reactivos y procedimientos que requieren medidas de control y supervisión.

La **seguridad en laboratorios** se entiende como el conjunto de prácticas, normas y procedimientos cuyo objetivo es prevenir riesgos a la salud y proteger las instalaciones (González, 2019). Dichos riesgos incluyen factores químicos, biológicos, físicos, eléctricos y ergonómicos.

La seguridad es crucial en diversos ámbitos, como el laboral, donde protege la salud e integridad de los empleados, mejora la productividad y reduce asociados a los accidentes también implica la ausencia de riesgos o peligros y está estrechamente relacionada con la confianza y la prevención Maslow la menciona.

Por su parte, la **calidad en procesos de laboratorio** se asocia al cumplimiento de requisitos técnicos que aseguren la confiabilidad de los resultados experimentales. La Organización Internacional de Normalización (ISO) define la calidad como el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos establecidos (ISO, 2017).

DEFINICIÓN DE CALIDAD





El término **calidad** proviene del latín *qualitas* o *qualitatis*. La calidad, en relación con los productos y / o servicios, tiene varias definiciones. Puede ser que el producto se ajuste a las exigencias de los clientes, el valor añadido, algo que no tienen los productos similares, la relación costo / beneficio, etc.

Calidad es un concepto subjetivo está relacionada con las percepciones de cada individuo para comparar una cosa con cualquier otra de su misma especie.

Dentro de este contexto, las **Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL)** representan un conjunto de principios y lineamientos en procedimientos operacionales y prácticas establecidas que son consideradas reglamentarias para garantizar la uniformidad, consistencia, calidad, confiabilidad e integridad de los estudios experimentales y de los resultados obtenidos durante el desarrollo de los procesos y ensayos de laboratorio. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2007), las BPL surgieron en la década de 1970 con la finalidad de asegurar la validez de los estudios toxicológicos, extendiéndose posteriormente a diversos ámbitos académicos e industriales.

3.2 Normatividad aplicable

La normatividad es un pilar del marco teórico, ya que constituye el respaldo legal y técnico que justifica la elaboración del manual. En México, la legislación contempla tanto normas oficiales (NOM) como normas mexicanas (NMX) aplicables al contexto de laboratorios:

NOM-005-STPS-1998, NOM-017-STPS-2024, NOM-018-STPS-2015, NOM-025-STPS-2008.

En el ámbito internacional, destacan:

- **ISO/IEC 17025:** Referente mundial para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración, en este caso se menciona esta norma para fines educativos no aplicables.
- **Lineamientos de la OCDE sobre BPL:** Que constituyen la base de la práctica científica reproducible.
- **Regulaciones de la OSHA (Occupational Safety and Health Administration):** Orientadas a la prevención de accidentes en espacios de trabajo, incluidos los laboratorios.



3.2.1 Marco Normativo de Seguridad

“La calidad de un líder se refleja en las normas que ellos mismos establecieron”

Ray Kroc

La normatividad en los laboratorios desempeña un papel fundamental en la garantía de la seguridad y la calidad de los procesos en laboratorios son esenciales para proteger a los docentes, personal de laboratorio y alumnos, es crucial para garantizar un entorno de trabajo seguro, eficiente y conforme con los estándares legales y éticos. Su aplicación asegura el cumplimiento de estándares internacionales y nacionales que regulan el manejo de materiales, el uso de equipo especializado y la protección del personal.

La implementación correcta de normas permite minimizar riesgos, mejorar la eficiencia operativa y asegurar la confiabilidad de los resultados obtenidos en las prácticas y experimentos realizados.

En este apartado analizara la normativa vigente que rige los laboratorios de la Unidad Cerrillo de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), destacando la importancia de su cumplimiento para la elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad. Se abordan aspectos clave de la normatividad aplicable a nivel internacional y nacional, así como su impacto en el aseguramiento de la calidad y la seguridad en los laboratorios académicos.

Aquí se detallan las principales razones por las que las normas y regulaciones son esenciales:

- a) **Protección de la Salud y Seguridad:** Las normas establecen procedimientos para el uso seguro de sustancias químicas, biológicas y equipos, minimizando el riesgo de accidentes y exposiciones peligrosas. Esto protege al personal de posibles lesiones y enfermedades relacionadas con el entorno de laboratorio.
- b) **Prevención de Accidentes:** Las normativas incluyen directrices sobre el manejo y almacenamiento seguro de materiales, así como el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP). Esto ayuda a prevenir accidentes como derrames, incendios y lesiones físicas.



- c) **Cumplimiento Legal:** Las normas de seguridad en laboratorios están alineadas con las leyes y regulaciones locales, nacionales e internacionales. El cumplimiento garantiza que el laboratorio opere dentro del marco legal, evitando sanciones y responsabilidades legales.
- d) **Eficiencia Operacional:** La implementación de procedimientos estandarizados y prácticas recomendadas mejora la eficiencia en las operaciones del laboratorio, asegurando que las tareas se realicen de manera ordenada y consistente.
- e) **Calidad y Precisión:** Las normativas aseguran que los experimentos y análisis se realicen bajo condiciones controladas, lo que es fundamental para obtener resultados precisos y reproducibles. La calidad del trabajo en el laboratorio depende en gran medida del cumplimiento de estas normas.
- f) **Preparación para Emergencias:** Las normativas incluyen planes de emergencia y protocolos de respuesta ante incidentes, como incendios o derrames químicos. Esto garantiza que el personal esté preparado para actuar rápidamente en situaciones de crisis, minimizando los daños. (Anexo 9)
- g) **Protección del Medio Ambiente:** La correcta gestión de residuos y sustancias químicas según las normativas previene la contaminación del medio ambiente, promoviendo prácticas sostenibles y responsables.
- h) **Fomento de una Cultura de Seguridad:** La adhesión a las normas de seguridad promueve una cultura de prevención y responsabilidad, donde todos los miembros del laboratorio son conscientes de la importancia de las prácticas seguras y el cumplimiento de los procedimientos establecidos.

3.2.2 Importancia de la normatividad en laboratorios

La implementación de las normas en los laboratorios académicos y de investigación no solo garantiza la seguridad de los usuarios, sino que también optimiza la calidad de los resultados obtenidos. La normatividad proporciona directrices claras sobre la gestión de residuos, la manipulación de sustancias peligrosas, el mantenimiento del equipo y la



capacitación del personal. Esto permite reducir incidentes, asegurar la fiabilidad de los ensayos y cumplir con requisitos legales y administrativos.

Adicionalmente, el cumplimiento de regulaciones nacionales, como las establecidas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), asegura el manejo adecuado de residuos peligrosos y la prevención de riesgos laborales.

El manejo de las normas en los laboratorios es fundamental para proteger la salud y seguridad del personal de laboratorio, docentes y estudiantes cumplir con las leyes vigentes, garantizar la eficiencia y calidad en los trabajos realizados, y preservar el medio ambiente. Adherirse a estas normativas es esencial para el funcionamiento seguro y exitoso de cualquier laboratorio.

3.2.3 Normativa nacional e internacional aplicable

a) Normas nacionales

Establecen los requisitos mínimos para garantizar la seguridad y calidad en los laboratorios de México. Estas regulaciones han sido diseñadas por organismos como la STPS, SEMARNAT y el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC).

b) Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Las NOM establecen criterios obligatorios para la operación de los laboratorios en México. Algunas de las más relevantes incluyen:

- **NOM-005-STPS-2008:** *Manejo y Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo*, establece los requisitos de seguridad para el manejo y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, con el objetivo de prevenir riesgos a la salud de los trabajadores y proteger las instalaciones.
- **NOM-017-STPS-2008:** *Condiciones de seguridad para el manejo, almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas*, esta norma regula el manejo de sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, lo cual es particularmente relevante en el contexto de los laboratorios. El manual de buenas prácticas debe especificar los procedimientos para el manejo, almacenamiento y transporte seguro



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

de sustancias químicas dentro de los laboratorios, con el objetivo de prevenir accidentes y proteger la salud de los trabajadores.

- **NOM-018-STPS-2015:** *Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo*, establece los requisitos para la identificación, comunicación y manejo seguro de sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, con el fin de proteger la salud y seguridad de los trabajadores y reducir riesgos.
- **NOM-052-SEMARNAT-2005:** *Clasificación y manejo de residuos peligrosos*, establece las disposiciones para la clasificación y manejo de residuos peligrosos, especificando cómo deben ser gestionados y etiquetados los residuos peligrosos en los laboratorios. Esta norma se incorpora al manual para definir los procesos adecuados para la recolección, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos generados en los laboratorios, de acuerdo con los criterios establecidos.
- **NOM-087-ECOL-SSA1-2002:** Manejo de residuos biológico-infecciosos en establecimientos de salud y laboratorios.
- **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR):** La LGPGIR establece las bases para la prevención y gestión de residuos en México. Esta ley aplica a los laboratorios que generan residuos peligrosos y promueve la reducción en la generación de estos residuos, así como su manejo adecuado, siguiendo principios de minimización, reutilización y reciclaje. El manual incorpora procedimientos que cumplan con los requisitos establecidos por esta ley.

c) Normas Mexicanas (NMX)

Las NMX, aunque no obligatorias, establecen estándares de calidad para laboratorios que buscan acreditación como por ejemplo NMX-EC-17025-INMC-2018 y NMX-AA-166-SCFI-2014, es este proyecto solo se consideran las bases para que en el futuro se puedan acreditar.

OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

Regula la seguridad en los laboratorios a nivel internacional, estableciendo normas sobre el manejo de sustancias químicas y la protección de los trabajadores.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

3.2.3.1 Cuadro Comparativo de las Normas Internacionales en los laboratorios

A continuación, se muestra en la Figura 1 el cuadro comparado de las normas más utilizadas en los laboratorios de universidades de países internacionales en sus Manuales de Seguridad y Calidad, así mismo se requieren cumplir las normas nacionales en la UAEMéx teniendo un panorama de las Normativas Internacionales.

Aspecto	UAEMéx (México)	Estados Unidos	Unión Europea	Japón/Corea del Sur	Australia/Nueva Zelanda
Normativas Principales	NOM-STPS-026, NOM-018-STPS, Reglamento Interno UAEMéx	OSHA, NFPA, ANSI, ACS	REACH, CLP, ISO 17025, Directivas de la UE	JIS, KOSHA, ISO 45001	AS/NZS 2243, ISO 17025
Seguridad en el Laboratorio	Enfoque en prevención de riesgos laborales, hojas de datos de seguridad (HDS), manejo de residuos peligrosos.	Estrictos protocolos de seguridad química, biológica y radiológica. Capacitación constante.	Aplicación del principio de precaución, etiquetado GHS, y normativas ambientales rigurosas.	Cultura de seguridad rigurosa, con énfasis en prevención de accidentes y orden.	Fuerte regulación de sustancias peligrosas y medidas ambientales.
Calidad y Acreditación	Implementación de NMX-EC-17025 en laboratorios certificados. Evaluación y documentación de procesos.	ISO 17025 y acreditaciones EPA. Evaluación de calidad por organismos externos.	Control de calidad alineado con ISO 9001, 17025 y acreditaciones nacionales.	Enfoque en eficiencia y calidad estandarizada. Control estricto de procesos.	Cumplimiento con ISO 9001 y NATA. Regulaciones exigentes en calidad y seguridad.
Gestión de Residuos y Sostenibilidad	NOM-052-SEMARNAT y NOM-087-SEMARNAT para residuos peligrosos biológicos-infecciosos (RPBI).	Protocolos de reciclaje y reducción de residuos en laboratorios.	Alto enfoque en reducción de desechos tóxicos y prohibición de ciertas sustancias peligrosas.	Uso de tecnologías para minimizar residuos y contaminación.	Regulaciones estrictas sobre disposición y reciclaje de materiales peligrosos.
Capacitación y Cultura de Seguridad	Cursos de capacitación en seguridad y normativas para estudiantes y personal.	Entrenamiento obligatorio para acceso a laboratorios.	Formación continua sobre manejo de sustancias y seguridad.	Normas de disciplina estricta para evitar accidentes.	Educación sobre seguridad y sostenibilidad desde la formación académica.

Figura 1. Cuadro Comparativo de Normas Internacionales en los laboratorios

Fuente: Elaboración Propia (2025)

3.2.4 Normas aplicables a los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx

En los laboratorios de la Facultad de Química de la UAEMéx, Unidad Cerrillo, es fundamental cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia de seguridad, emitidas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Entre las principales se encuentran la NOM-005-STPS-1998, relativa al manejo de sustancias químicas peligrosas; la NOM-010-STPS-2014, sobre agentes químicos en el ambiente laboral; la NOM-017-STPS-2008, referente al equipo de protección personal; y la NOM-018-STPS-2015, que regula la



identificación y comunicación de peligros químicos. Asimismo, se consideran normas ambientales como la NOM-052-SEMARNAT-2005 para la clasificación de residuos peligrosos. El cumplimiento de estas regulaciones es esencial para garantizar la seguridad, la salud y la calidad en las actividades de laboratorio.

Algunos de los puntos que se consideró para este apartado

1. Formación y Capacitación

Entrenamiento Inicial: Todos los docentes, personal del laboratorio y estudiantes deben recibir formación sobre los procedimientos de seguridad y el uso adecuado de los equipos antes de comenzar a trabajar en el laboratorio.

Capacitación Continua: Participa en sesiones de formación y actualización periódicas para mantenerse al día con las mejores prácticas y procedimientos de seguridad.

2. Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)

El usar batas de laboratorio adecuadas para proteger tu ropa y piel, guante se utilizan apropiados para manejar sustancias químicas, biológicas y materiales calientes o fríos, las gafas de seguridad nos ayudan a proteger los ojos para evitar riesgos el calzado cerrado y resistente para proteger los pies de posibles derrames o caídas de objetos.

3. Manejo y Almacenamiento de Sustancias Químicas

Etiquetado: Asegúrate de que todas las sustancias químicas estén claramente etiquetadas con su nombre, fecha de recepción y riesgos asociados.

Hojas de datos de Seguridad (HDS): Consulta las HDS para conocer los riesgos, medidas de primeros auxilios y procedimientos de manejo seguro.

Almacenamiento: Almacena los productos químicos en lugares apropiados según su tipo (por ejemplo, inflamables, corrosivos, tóxicos).

4. Procedimientos de Emergencia

Salidas de Emergencia: Conoce las ubicaciones de las salidas de emergencia y los puntos de reunión.

Equipo de Emergencia: Familiarízate con el uso de los equipos de primeros auxilios, estaciones de lavado ocular y duchas de emergencia.



Plan de Emergencia: Participa en simulacros de emergencia y sigue los procedimientos establecidos en caso de incidentes.

5. Uso y Mantenimiento de Equipos

Instrucciones del Fabricante: Sigue siempre las instrucciones del fabricante para el uso y mantenimiento del equipo.

Inspección Regular: Desarrollar o revisar si existe un programa de mantenimiento preventivo y continuo para dichos equipos.

6. Procedimientos Generales de Laboratorio

No Comer ni Beber: No consumas alimentos ni bebidas en el laboratorio.

Manejo Seguro: Manipula todos los materiales y equipos con cuidado. Evita distracciones y mantén tu área de trabajo limpia y ordenada.

Limpieza: Limpia cualquier derrame de inmediato siguiendo los procedimientos de seguridad establecidos.

7. Gestión de Residuos

Clasificación de Desechos: Clasifica y elimina los residuos según las normativas del laboratorio, incluyendo desechos químicos, biológicos y de vidrio.

Contenedores Adecuados: Usa contenedores específicos para cada tipo de residuo y asegúrate de que estén claramente etiquetados.

8. Normas de Comunicación

Reportar Incidentes: Informa inmediatamente cualquier incidente, accidente o condición insegura a un supervisor o al responsable de seguridad del laboratorio.

Registro de Incidentes: Mantén un registro detallado de los incidentes para análisis y mejora continua.

9. Regulaciones y Normas

Cumplimiento Legal: Cumple con las normativas locales, nacionales e internacionales sobre seguridad en laboratorios.

Normas Institucionales: Adhiérete a las políticas y procedimientos específicos de seguridad establecidos por la institución o empresa.



10. Seguridad Eléctrica y de Equipos

Inspección de Cables y Conexiones: Revisa regularmente los cables y conexiones eléctricas para evitar riesgos de electrocución o incendios.

Desconexión: Desconecta los equipos cuando no estén en uso o durante el mantenimiento.

Implementar estas normas y seguir las directrices específicas de tu laboratorio contribuirá a un entorno de trabajo más seguro y eficiente.

3.2.5 Marco de normas de Calidad

3.2.5.1 Cumplimiento normativo y desafíos

El cumplimiento de la normatividad en laboratorios enfrenta diversos desafíos, como la falta de capacitación del personal, la actualización constante de las regulaciones y la inversión en infraestructura para asegurar su aplicación. La implementación del Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en la Unidad Cerrillo UAEMéx *busca solventar estas dificultades mediante estrategias de capacitación, estandarización de procesos y un marco de cumplimiento progresivo.*

La normatividad es un pilar fundamental para la operación segura y eficiente de los laboratorios. Su correcta implementación permite garantizar la seguridad de los usuarios y la calidad de los procedimientos en las prácticas de laboratorio. En este apartado se presenta un panorama general sobre las normas relevantes para la Unidad Cerrillo UAEMéx, proporcionando la base para la elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad.

La elaboración del Manual debe estar alineada con un conjunto de normas y regulaciones nacionales e internacionales que rigen el funcionamiento de los laboratorios, la seguridad de sus actividades, la calidad de sus procesos, y el manejo adecuado de los residuos peligrosos. Estas normativas aseguran que los laboratorios operen dentro de los parámetros de calidad y seguridad, minimizando riesgos para el personal, los estudiantes y el medio ambiente.

A continuación, en la Pirámide de Kelsen ayuda a garantizar un enfoque al manual que esté alineado con todas las normativas, desde las de mayor jerarquía hasta las prácticas y los protocolos específicos que se tienen de la universidad.



3.2.5.2 En la Pirámide de Kelsen aplicada al Manual de Buenas Prácticas

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

- ✓ **Nivel superior:** Fundamento principal que establece el derecho a la salud (Art. 4º), el derecho al trabajo en condiciones dignas y seguras (Art. 123), y el marco general de responsabilidad del Estado en la regulación de actividades de riesgo.

2. Normas Internacionales (Convenios y Acuerdos)

Algunos de los ejemplos en la parte de Calidad:

- ✓ **ISO 9001:** Sistema de gestión de calidad como la identificación de procesos clave, gestión de riesgos y oportunidades, evaluación del desempeño mediante auditorías internas y externas.
- ✓ **ISO 45001:** Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Convenios de la **Organización Mundial de la Salud (OMS)** sobre bioseguridad en laboratorios.

3. Normas Federales y Reglamentarias (México)

Leyes:

- ✓ Ley General de Salud.
 - Ley Federal del Trabajo (condiciones de seguridad en el lugar de trabajo).

Reglamentos:

- Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud.
- Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.

4. Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Normas relacionadas con Bioseguridad y Manejo de Residuos

Estas normas son críticas para evitar riesgos a la salud y el medio ambiente en los laboratorios.

- **NOM-052-SEMARNAT-2005:** Clasificación de residuos peligrosos no biológicos, incluyendo reactivos químicos.
Aplicable para garantizar el correcto manejo de residuos químicos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

- **NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002:** Manejo de residuos peligrosos biológicos-infecciosos.

Obligatoria para laboratorios que generan RPBI, establece identificación, clasificación, manejo, tratamiento y disposición final.

Normas relacionadas con Seguridad en el Trabajo

Enfocadas en prevenir riesgos laborales y garantizar condiciones seguras en los laboratorios.

- **NOM-005-STPS-1998:** Manejo de equipos de seguridad en laboratorios y control de condiciones de riesgo. Aplicable especialmente a espacios donde se manipulan sustancias peligrosas.
- **NOM-017-STPS-2008:** Equipo de protección personal (EPP). Determina las características y uso obligatorio de EPP en laboratorios.

5. Reglas y Manuales Internos (UAEMéx)

- **Reglamentos internos:**
 - Políticas de bioseguridad establecidas por la universidad.
 - Lineamientos sobre manejo y disposición de materiales peligrosos.
- **Procedimientos internos:**
 - Uso correcto de los equipos.
 - Gestión de residuos específicos en la Unidad Cerrillo.
 - Protocolos de actuación ante emergencias.

6. Prácticas y Protocolos Específicos (Laboratorio)

- Protocolos establecidos por cada área de trabajo, como:
 - Procedimientos de limpieza y desinfección de equipos.
 - Verificación de calidad en muestras y reactivos.
 - Revisión de bitácoras de seguridad.



Estructura de la pirámide de Kelsen con el proyecto



Figura 2. Pirámide de Kelsen

Fuente: Elaboración Propia (2025).



3.3 Teorías y enfoques relevantes

El enfoque de **gestión de riesgos** es central en el ámbito de la seguridad de laboratorios. Este modelo plantea la identificación, evaluación y control de los peligros con el fin de reducir la probabilidad de incidentes (ISO 31000, 2018). De igual manera, la teoría de la **calidad total (Total Quality Management, TQM)** ha sido aplicada en laboratorios para asegurar que cada proceso se realice bajo estándares de eficiencia, precisión y mejora continua (Deming, 1986).

Otro aporte teórico significativo es el de la **cultura de seguridad**, entendida como el conjunto de valores, actitudes y percepciones compartidas por los miembros de una organización respecto a la prevención de riesgos (Reason, 1997). En el contexto educativo, esta cultura se refleja en la formación de estudiantes conscientes de los riesgos y responsables de su propio entorno de trabajo.

3.4 Antecedentes académicos y prácticos

En las diversas instituciones educativas en México y en el extranjero han implementado manuales de seguridad para laboratorios con el propósito de reducir accidentes y mejorar la calidad de la enseñanza práctica. Por ejemplo, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN) cuentan con reglamentos internos de seguridad, en los cuales se establecen protocolos de actuación en caso de emergencias químicas y biológicas (UNAM, 2015; IPN, 2017).

En estudios recientes, se ha demostrado que la implementación de manuales y protocolos de seguridad reduce en un 60% la incidencia de accidentes en laboratorios escolares (Martínez, 2020). Además, estos documentos contribuyen a generar confianza en los procesos académicos, dado que los estudiantes reconocen la importancia de seguir lineamientos estandarizados.

3.5 Bases conceptuales para el Manual

La elaboración del manual de buenas prácticas se sustentó en ejes conceptuales:

1. **Prevención de riesgos:** Basada en la identificación temprana de peligros y la implementación de medidas correctivas.



2. **Uso de equipo de protección personal (EPP):** Es fundamental que se incluya el uso obligatorio de EPP adecuado, como guantes, gafas de seguridad, batas, y respiradores de carbono, dependiendo de los tipos de residuos que se manejen dentro del manual también establece que deben existir equipos de emergencia, como duchas y estaciones de lavado ocular, en caso de exposición a sustancias peligrosas.
3. **Aseguramiento de la calidad:** Mediante el establecimiento de criterios para el manejo de reactivos, la calibración de instrumentos, un programa de mantenimiento preventivo y el registro de datos.
4. **Gestión documental:** A través de la estandarización de procedimientos, la asignación de responsabilidades y la integración de formatos de control como bitácoras, registros, etc.
5. **Capacitación del personal:** El manual debe contemplar programas de capacitación continua para el personal sobre los riesgos asociados con los residuos peligrosos, así como sobre los procedimientos correctos para su manejo, almacenamiento, y disposición.
6. **Señalización adecuada:** El manual debe especificar que los laboratorios deben contar con la señalización adecuada, como señales de advertencia sobre el manejo de residuos peligrosos, y conocer los procedimientos o protocolos para el control de emergencias.
7. **Procedimientos específicos para el manejo de residuos peligrosos:** En el Manual de Seguridad y Calidad, se debe establecer un procedimiento claro y detallado para cada una de las etapas del manejo de los residuos peligrosos.
8. **Clasificación y Recolección:** Los residuos peligrosos deben ser clasificados en función de sus características (químicos, biológicos, radiactivos, etc.) y se debe especificar un procedimiento adecuado para su recolección en contenedores apropiados, que deben estar correctamente etiquetados según las disposiciones de la **NOM-052**.



9. **Almacenamiento:** El almacenamiento debe realizarse en áreas segregadas, bien ventiladas, con pisos impermeables y con medidas de seguridad (como extintores y equipos de contención). Es crucial que se sigan las disposiciones de la STPS y se cuente con medidas que eviten el contacto de los residuos con otras sustancias o su liberación al ambiente.
10. **Transporte Interno:** Se debe establecer un sistema para el transporte interno de los residuos dentro del laboratorio, que incluya el uso de equipos adecuados (carros de transporte, contenedores herméticos) y un protocolo para evitar derrames o accidentes.
11. **Disposición Final:** La disposición final debe realizarse a través de empresas autorizadas para el tratamiento y disposición de residuos peligrosos. Es importante que en el manual se incluyan los procedimientos para verificar que estas empresas cumplen con las normativas ambientales y de seguridad.
12. **Capacitación y Monitoreo:** Es esencial incluir en el manual un programa de capacitación periódica para todo el personal que manipule residuos peligrosos. Además, el cumplimiento de los procedimientos debe ser evaluado de manera constante mediante auditorías internas y monitoreos de los procesos para asegurar que se cumpla con los estándares de seguridad y calidad establecidos.
13. **Importancia del Manejo Adecuado de Residuos Peligrosos:** La correcta gestión de los residuos peligrosos tiene varias implicaciones clave para los laboratorios de la Unidad Cerrillo:
- A. **Seguridad y Salud:** Minimiza los riesgos de exposición a sustancias tóxicas y peligrosas, protegiendo la salud de estudiantes, docentes y personal.
 - B. **Cumplimiento Legal:** Asegura que los laboratorios cumplan con las normativas nacionales las cuales apliquen para evitar sanciones y promoviendo una cultura de responsabilidad legal.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

- C. **Responsabilidad Ambiental:** Contribuye a la preservación del medio ambiente mediante la correcta disposición y tratamiento de los residuos, evitando su liberación en el ecosistema.
- D. **Mejora de la Reputación Institucional:** La gestión adecuada de los residuos peligrosos refleja un compromiso con la calidad, la seguridad y la sostenibilidad, lo que mejora la imagen institucional tanto a nivel local como nacional.

Estos principios no solo fortalecen la seguridad de los laboratorios, sino que también alinean las prácticas académicas con los estándares internacionales y nacionales, favoreciendo la formación integral de los estudiantes.

La seguridad en laboratorios en el Siglo XXI está regulada por normativas en México y se promueve el uso de Equipos de Protección Personal (EPP), capacitaciones constantes y la implementación de sistemas de gestión de seguridad y calidad. La seguridad y calidad en los laboratorios ha evolucionado de manera significativa desde la alquimia hasta las normativas modernas. La aplicación de regulaciones, el desarrollo tecnológico y la conciencia sobre los riesgos han permitido reducir accidentes y mejorar las condiciones laborales en el ámbito científico.

3.6. Seguridad y la Calidad en los Laboratorios

La evolución de la seguridad y la calidad en los laboratorios está estrechamente ligada al desarrollo histórico de la ciencia y la experimentación. Desde la antigüedad, los primeros indicios de prácticas experimentales surgieron en civilizaciones como Egipto, Grecia y el mundo árabe, donde filósofos como Aristóteles sentaron las bases del pensamiento científico a través de la observación de la naturaleza (Aristóteles, s. IV a.C.). Posteriormente, durante la Edad Media, la alquimia representó un paso importante hacia la experimentación, destacando figuras como Paracelso y Geber, quienes identificaron propiedades de diversas sustancias, aunque sin normas de seguridad establecidas (Debus, 1987).

Con el Renacimiento y la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII, se consolidó el método experimental gracias a científicos como Galileo Galilei y Robert Boyle, quien impulsó la química moderna mediante la experimentación sistemática en laboratorio (Boyle,



1661). Sin embargo, las condiciones de seguridad aún eran limitadas y basadas en prácticas empíricas.

Durante los siglos XVIII y XIX, con el avance de la química y la Revolución Industrial, los laboratorios adquirieron mayor relevancia en la investigación y la industria. Antoine Lavoisier estableció métodos cuantitativos y estandarizados que marcaron el inicio de la química moderna (Lavoisier, 1789), mientras que Justus von Liebig introdujo mejoras en la organización de los laboratorios (Brock, 1992). No obstante, el incremento en el uso de sustancias peligrosas generó mayores riesgos, lo que impulsó los primeros esfuerzos en materia de seguridad.

En el siglo XX, especialmente entre 1920 y 1950, surgieron las bases de la gestión de la calidad con aportaciones de Shewhart, Deming y Juran, quienes introdujeron el control estadístico de procesos (Evans & Lindsay, 2014). Posteriormente, a partir de la década de 1970, se establecieron regulaciones más estrictas en seguridad laboral, así como la implementación de Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), promovidas por organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 1978).

Hacia finales del siglo XX, se desarrollaron normas internacionales como la ISO/IEC 17025, orientadas a garantizar la competencia técnica y la calidad en los laboratorios (ISO, 1999). Paralelamente, en México se implementaron normativas enfocadas en la seguridad e higiene laboral a través de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS, 2015).

En el siglo XXI, la seguridad y la calidad en los laboratorios se conciben como un sistema integral que incluye normas de gestión como ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001, además del cumplimiento de normativas nacionales (ISO, 2015). Asimismo, la incorporación de tecnologías como los sistemas de gestión de información de laboratorio (LIMS), la automatización y la inteligencia artificial ha permitido mejorar la trazabilidad, reducir errores y fortalecer la seguridad en los procesos.

En la actualidad, los laboratorios integran principios de seguridad, calidad, sostenibilidad e innovación tecnológica, con el objetivo de garantizar resultados confiables y proteger la salud de los usuarios, reflejando una evolución desde prácticas empíricas hasta sistemas altamente regulados y estandarizados (ISO, 2018).



3.6.1 Línea del tiempo de la evolución de la Seguridad y Calidad en los Laboratorios

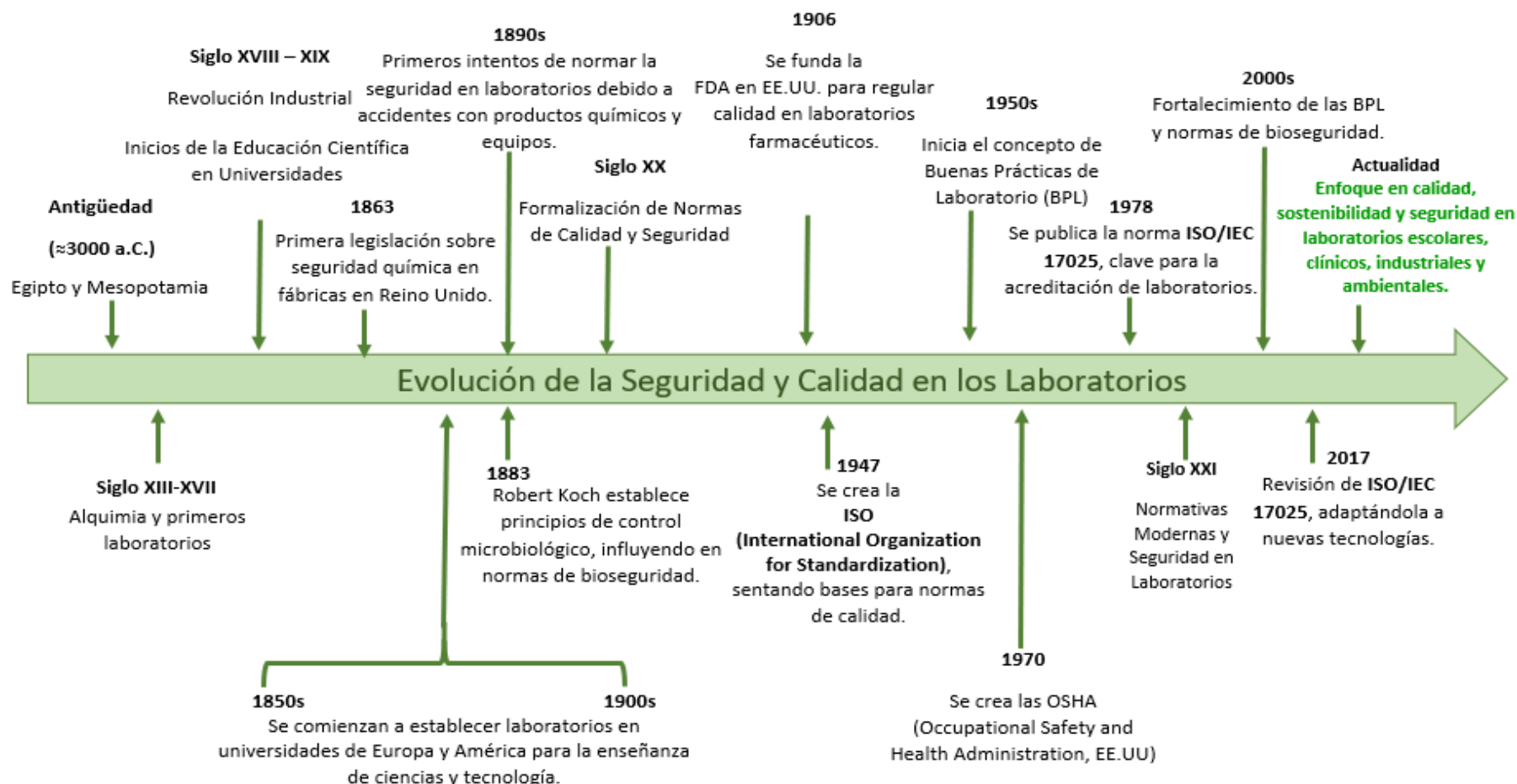


Figura 3. Línea del tiempo de la evolución de la seguridad y calidad en los laboratorios
Fuente: Elaboración Propia (2025).



3.7 Línea del tiempo de la Facultad Química UAEMéx en su Historia

La evolución de la Facultad de Química de la UAEMéx refleja su compromiso con la formación de profesionales en Ingeniería Química y el desarrollo de infraestructura adecuada para la enseñanza y la investigación en esta disciplina.

Actualmente, la Facultad de Química cuenta con diversos laboratorios especializados que apoyan las actividades académicas y de investigación de la carrera de Ingeniería Química. Estos laboratorios están distribuidos en las Unidades de Colón y el Cerrillo, están equipados con instrumental moderno para prácticas y proyectos de investigación.

En la Línea del tiempo de la figura 3 se plasman eventos importantes destacando los más significativos relacionados con la carrera de Ingeniería Química y el desarrollo de los laboratorios en la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx).

Se identifican en la línea del tiempo los documentos encontrados y elaborados dentro de la Universidad que nos ayudan a enriquecer este proyecto en el cual se identifican como importantes.



3.7.1 Línea del tiempo en la facultad de Química UAEMéx en su Historia.

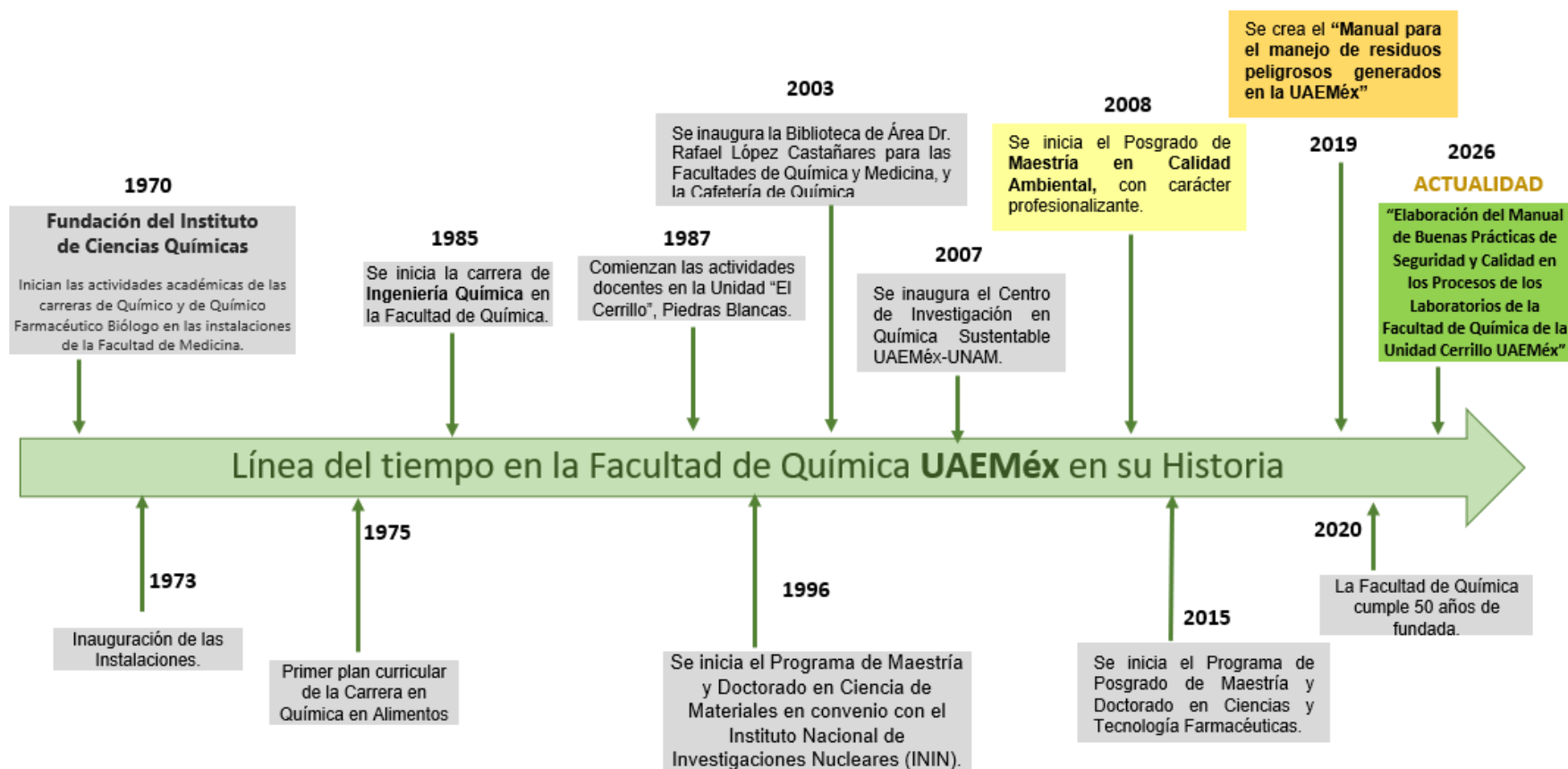


Figura 4. Línea del tiempo de la FQ UAEMéx en su Historia

Fuente: Elaboración Propia (2025).



3.8 Química Verde en los laboratorios

Se comprende que la Química Verde es un enfoque científico que busca reducir o eliminar el uso y generación de sustancias peligrosas en **el diseño, fabricación y aplicación de productos químicos**. Este concepto es fundamental para promover la seguridad y sostenibilidad en laboratorios, minimizando impactos ambientales y riesgos para la salud. Se analizará la aplicación de la Química Verde en el desarrollo del "Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los Procesos de los Laboratorios de la Unidad Cerrillo UAEMéx".

La Química Verde se rige por 12 principios establecidos por Paul Anastas y John Warner (1998), estos principios pueden integrarse en las prácticas de laboratorio para optimizar el uso de recursos y minimizar riesgos ambientales entre los que destacan:

Los 12 Principios de la Química Verde

1. Prevención de residuos

Es mejor evitar la generación de residuos que tratarlos o limpiarlos después de que se hayan producido, ejemplos: a) Diseño de síntesis seguras, b) Uso de solventes y reactivos seguros, c) Diseño para la degradación, d) Eficiencia energética.

2. Economía atómica

Los métodos sintéticos deben diseñarse para incorporar la mayor cantidad posible de materiales de partida en el producto final.

3. Síntesis menos peligrosa

Los métodos de síntesis deben diseñarse para usar y generar sustancias con poca o ninguna toxicidad para la salud humana y el ambiente.

4. Diseño de productos químicos más seguros

Los productos químicos deben diseñarse para cumplir su función deseada con la menor toxicidad posible.

5. Uso de solventes y auxiliares más seguros

El uso de sustancias auxiliares (como disolventes, agentes de separación, etc.) debe hacerse innecesario o inocuo cuando sea posible.



6. Eficiencia energética

Se debe reconocer el impacto energético de los procesos químicos y minimizarlo, procurando realizarlos a temperatura y presión ambientales.

7. Uso de materias primas renovables

Siempre que sea técnica y económicamente viable, las materias primas deben ser renovables en lugar de agotables.

8. Reducción de derivados

Se deben evitar modificaciones innecesarias como el uso de grupos protectores, pasos de bloqueo, etc., ya que requieren reactivos adicionales y generan residuos.

9. Catálisis

Se deben emplear catalizadores (tan selectivos como sea posible) en lugar de reactivos estequiométricos.

10. Diseño para la degradación

Los productos químicos deben diseñarse de modo que, al final de su función, se descompongan en productos inocuos y no persistan en el ambiente.

11. Monitoreo en tiempo real

Se deben desarrollar metodologías analíticas que permitan el monitoreo y control en tiempo real de los procesos, previniendo la formación de sustancias peligrosas.

12. Química intrínsecamente más segura

Las sustancias y la forma de una sustancia usada en un proceso químico deben seleccionarse para minimizar el potencial de accidentes, incluyendo explosiones, incendios y liberaciones al ambiente.

La aplicación de los principios de la Química Verde en los procesos del laboratorio permite fortalecer tanto la seguridad como la calidad operativa, promoviendo prácticas responsables y sostenibles. En particular, la prevención de residuos y el diseño de métodos que reduzcan



sustancias peligrosas resultan esenciales para disminuir riesgos químicos y mejorar el control ambiental dentro del laboratorio.

Asimismo, la eficiencia energética y el uso de materias primas renovables pueden integrarse en la selección de reactivos, mantenimiento de equipos y planificación de prácticas experimentales. De igual forma, el principio de minimización de la toxicidad y el de síntesis más segura permiten establecer protocolos que protejan al personal, garanticen condiciones de trabajo más seguras y reduzcan el impacto ecológico de las actividades.

La incorporación de estos principios en el proyecto contribuyó directamente a una cultura laboral sustentable, alineada con estándares modernos de seguridad, calidad y responsabilidad ambiental

3.8.1 La implementación y aplicación de la Química Verde en los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx implica

Estas medidas contribuirán a mejorar la seguridad y calidad de los procesos dentro del laboratorio, con la sustitución de reactivos tóxicos por alternativas menos peligrosas que se encuentran amigables con el medio ambiente, el uso eficiente de materias primas renovables y energía, siempre con un manejo adecuado y reducción de residuos, es importante visualizar la capacitación del personal y estudiantes en buenas prácticas de laboratorios seguros y sostenibles.

3.8.2 Tecnologías y Estrategias para la Implementación de la Química Verde

Para fortalecer la implementación de la Química Verde en los laboratorios, es necesario el uso:

- **Microescala en experimentos:** Disminuir el uso de reactivos reduce la generación de residuos y la exposición a sustancias peligrosas.
- **Uso de energía renovable:** Implementar fuentes de energía limpia como paneles solares en el laboratorio.
- **Reciclaje y reutilización de materiales:** Establecer programas de reciclaje para solventes y otros productos químicos.
- **Alternativas biodegradables:** Utilizar reactivos y materiales biodegradables en experimentos.



3.8.3 Beneficios de la Implementación

Los beneficios de adoptar la Química Verde en los laboratorios incluyen:

- Reducción del impacto ambiental.
- Mejora en la seguridad del personal y estudiantes.
- Cumplimiento con normativas de seguridad y calidad (NOM, NMX y STPS).
- Optimización de costos en el manejo de residuos y consumo de reactivos.
- Promoción de una cultura de sostenibilidad en la comunidad académica.

3.8.4 Desafíos y Recomendaciones

A pesar de los beneficios, la implementación de la Química Verde presenta algunos desafíos:

- **Costos iniciales elevados:** La adquisición de tecnologías sustentables puede representar un gasto considerable.
- **Capacitación del personal:** Es necesario educar y concientizar a docentes, estudiantes y técnicos sobre nuevas prácticas.
- **Resistencia al cambio:** Algunos procedimientos tradicionales pueden estar arraigados en la comunidad académica, se recomienda en este punto a los docentes que contribuyan a la implementación dentro de sus prácticas de laboratorio de la Química Verde, para contribuir en nuestro medio ambiente y disminuir los riesgos de contaminación de este.

Para abordar estos desafíos, se recomienda:

- Buscar financiamiento para la implementación de tecnologías verdes, se podrá gestionar con las áreas involucradas para el apoyo de esta implementación.
- Desarrollar programas de formación continua en Química Verde.
- Fomentar la participación activa de la comunidad en iniciativas de sostenibilidad.

La incorporación de los principios de la Química Verde en el "Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los Procesos de los Laboratorios de la Unidad Cerrillo UAEMéx" permite desarrollar un ambiente más seguro y sostenible. Esto no solo favorecerá la protección del medio ambiente, sino que también fomentará una cultura de responsabilidad entre los usuarios del laboratorio. Además, **contribuirá al cumplimiento de normativas nacionales e internacionales, fortaleciendo la posición de la UAEMéx como una institución comprometida con el desarrollo sustentable.**

3.9 Carta a la Tierra

La Carta de la Tierra (2000) constituye un referente ético internacional que promueve el respeto por la vida, la integridad ecológica, la justicia social y económica, la democracia y la paz (Figura 5). En el contexto de los laboratorios escolares, sus principios pueden aplicarse para fomentar una cultura de responsabilidad ambiental, seguridad y calidad en los procesos experimentales.

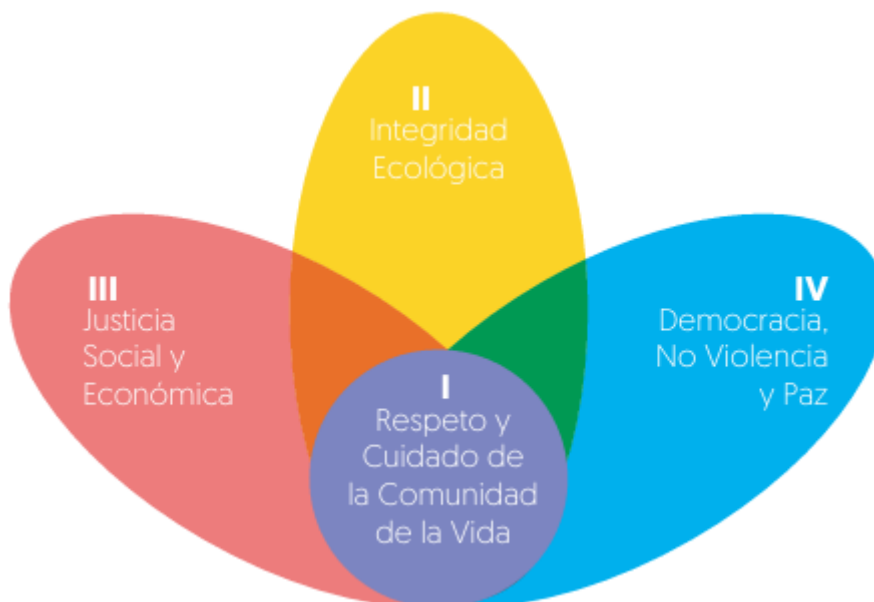


Figura 5. Relación de los cuatro aspectos importantes que la carta a la tierra considera para poder integrar.

Es importante como la carta a la tierra hace mención de estos cuatro puntos para realizar e implementar una concientización en la sociedad y valorar nuestro planeta tierra.

En este proyecto de elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad para los laboratorios de la facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx, los principios de la Carta de la Tierra orientan la adopción de prácticas sostenibles, el uso responsable de recursos y la formación de una comunidad académica comprometida con el cuidado del ambiente.

También cabe mencionar en este proyecto responde a la necesidad de incorporar valores éticos y ambientales en la gestión de los laboratorios escolares, en concordancia con los principios de la Carta de la Tierra, que impulsa una educación para la sostenibilidad y el desarrollo responsable.



La carta a la tierra en relación con el proyecto nos ayuda:

- Promover el respeto y cuidado de la comunidad de vida.
- Fomentar el uso responsable y racional de los recursos naturales en las prácticas de laboratorio.
- Garantizar la equidad y justicia social mediante condiciones seguras y saludables de trabajo académico.
- Impulsar la educación ambiental como parte del desarrollo integral del estudiante.

La implementación del Manual no solo busca el cumplimiento normativo de seguridad y calidad, sino que también se alinea con los principios éticos de la Carta de la Tierra, promoviendo una cultura universitaria orientada a la sostenibilidad, la cooperación y el respeto por la vida.

3.10 Agenda 2030

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son el corazón de la Agenda 2030 y muestran una mirada integral, indivisible y una colaboración internacional renovada. En conjunto, construyen una visión del futuro que queremos que sea ideal para todos.

A través de estos 17 ODS con sus 169 metas y 231 indicadores únicos, los Estados miembros de Naciones Unidas han expresado firmemente que esta agenda es universal y profundamente transformadora.

Con esta agenda se pretende dejar atrás viejos paradigmas donde unos países donan mientras otros reciben ayuda condicionada. Esta agenda busca también expresar el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y construir una verdadera alianza para el desarrollo donde todos los países participan

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015) representan los principales instrumentos internacionales que orientan las acciones hacia una sociedad más justa, pacífica y ambientalmente responsable. La Carta de la Tierra que mencionamos anteriormente promueve principios éticos de respeto y cuidado de la comunidad de vida, integridad ecológica, justicia social y económica, democracia, no violencia y paz.



Por su parte, la Agenda 2030 buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar el bienestar de todas las personas. En el contexto de los laboratorios escolares, estos marcos orientan la implementación de prácticas seguras, sostenibles y de calidad en los procesos experimentales, fomentando una educación universitaria con responsabilidad ambiental y social.

La elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad responde a la necesidad de fortalecer una cultura de sostenibilidad dentro de los laboratorios escolares de la facultad de Química de la UAEMéx en la Unidad Cerrillo. Este proyecto se alinea con los principios de la Carta de la Tierra y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, particularmente con el ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 4 (Educación de calidad), ODS 12 (Producción y consumo responsables) y ODS 13 (Acción por el clima). De esta manera, la propuesta busca formar profesionales conscientes de su entorno, capaces de aplicar los valores de seguridad, ética ambiental y calidad en sus actividades científicas.

3.10.1 Vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

La elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los laboratorios contribuye de manera directa al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3, 4, 12 y 13, al promover entornos académicos y laborales más seguros, responsables y sostenibles.

El ODS 3 (Salud y Bienestar) se fortalece mediante la implementación de protocolos que reducen riesgos químicos, biológicos y físicos para estudiantes, docentes y personal técnico.

El ODS 4 (Educación de Calidad) se refleja en la formación de usuarios de laboratorio capaces de aplicar prácticas responsables basadas en normas nacionales e internacionales, desarrollando competencias en seguridad, calidad y sostenibilidad.

Por su parte, el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) se vincula con la gestión eficiente de reactivos, el manejo adecuado de residuos y la promoción de la química verde dentro del laboratorio.

Finalmente, el ODS 13 (Acción por el Clima) se integra mediante acciones que disminuyen la huella ambiental de las actividades científicas, como la reducción de emisiones, el ahorro energético y el uso racional de recursos. En conjunto, estos ODS respaldan la relevancia del proyecto al consolidar una cultura institucional orientada hacia la seguridad, la calidad y el desarrollo sostenible. (Figura 6)

ODS 3: Promover espacios de laboratorio seguros y saludables.

ODS 4: Fortalecer la educación científica con enfoque en la sostenibilidad.

ODS 12: Impulsar el uso responsable de materiales, reactivos y recursos.

ODS 13: Fomentar la mitigación de impactos ambientales en las prácticas experimentales.



Figura 6. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Fuente: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

La integración de la Carta de la Tierra y la Agenda 2030 en el desarrollo del Manual de Buenas Prácticas permite orientar las acciones de seguridad y calidad hacia un enfoque de sostenibilidad integral. De este modo, la UAEMéx fortalece su compromiso con la formación de estudiantes conscientes, éticos y responsables, alineados con los desafíos globales actuales en materia ambiental y social.

3.11 Universidades Internacionales

A) Manuales de Seguridad y Calidad en Laboratorios

1. Massachusetts Institute of Technology (MIT) – EE. UU.

- **Manual:** MIT Environment, Health and Safety (EHS) Manual.
- **Contenido:** Incluye procedimientos detallados para manejo de químicos, residuos peligrosos, respuesta a emergencias, y control de calidad en laboratorios.
- **Importancia:**
 - Refuerza la cultura de seguridad desde los primeros niveles educativos.
 - Cumplimiento de normativas y otras regulaciones federales.



2. University of Cambridge – Reino Unido

- **Manual:** Safety Manual by University Safety Office.
- **Contenido:** Política de gestión de riesgos, control de sustancias peligrosas (COSHH), auditorías internas y roles/responsabilidades del personal.
- **Importancia:**
 - Promueve la mejora continua mediante auditorías.
 - Enlace directo entre la calidad académica y la integridad científica.

3. University of Melbourne – Australia

- **Manual:** Laboratory Safety Manual (Health & Safety).
- **Contenido:** Clasificación de riesgos, fichas de seguridad, procedimientos estándar operativos (SOPs), buenas prácticas de laboratorio.
- **Importancia:**
 - Apoyo institucional a la investigación segura y reproducible.
 - Reducción de accidentes y mejora en la reputación investigativa.

3.12 Importancia para los laboratorios UAEMéx

1. Cumplimiento normativo nacional

- Apoyaría la implementación de normas como la **NOM-005-STPS** (Condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.), **NOM-018-STPS** (Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo).

2. Cultura de prevención y profesionalismo

se fomentaría el desarrollo de habilidades profesionales desde la formación universitaria y reforzar la responsabilidad ambiental, ética y académica.

3. Competitividad internacional

nos ayuda a mejorar la capacidad de colaboración con instituciones extranjeras y facilitar acreditaciones y certificaciones en investigación y docencia.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

4. **Reducción de riesgos** nos minimizan incidentes de seguridad que pueden poner en peligro docentes, personal de laboratorio y a estudiantes para permitir una trazabilidad más eficaz ante auditorías o inspecciones.

Universidad	Manual o Sistema	Contenido Clave	Importancia Destacada	Lecciones para UAEMéx
MIT (EE. UU.)	MIT EHS Manual	Manejo de químicos, EPP, residuos peligrosos, planes de emergencia	Cumplimiento con normas OSHA y cultura de seguridad desde etapas formativas	Crear un sistema institucional EHS integrado con docencia e investigación
University of Cambridge (UK)	University Safety Manual	Control de riesgos (COSHH), auditorías, responsabilidades claras	Seguridad vinculada al prestigio y ética en investigación	Implementar auditorías internas y políticas claras de seguridad
University of Melbourne (AU)	Laboratory Safety Manual	SOPs, fichas de seguridad, clasificación de riesgos, formación continua	Apoyo activo a investigadores y mejora continua del entorno de trabajo	Incorporar formación continua y documentación técnica en el manual
UAEMéx (México)	Manual de Seguridad y Calidad	Aplicación parcial de normas STPS y NMX;	Iniciativas emergentes; necesidad de institucionalización	Implementar el manual oficial y obligatorio, adaptándolo a sus laboratorios específicos de docencia

Figura 7. Cuadro Comparativo de los Manuales o Sistemas en Laboratorios Universitarios
Fuente: Elaboración Propia (2025).

En el cuadro comparativo figura 7 de las universidades mencionadas tienen los manuales de seguridad y sistemas en sus laboratorios lo que nos ayuda a considerar la importancia de tener manuales y que se encuentren documentos, impartidos, e implementados a toda la comunidad estudiantil del campus.

También consideramos otras universidades que tienen manuales independientes de calidad y seguridad para sus laboratorios estudiantiles, universidad de Harvard, Stanford, Oxford, Cambridge, tienen dentro en sus documentos de los laboratorios, ganadoras de premios nobel estas universidades y cabe mencionar la necesidad de este proyecto para estar en la vanguardia con otras instituciones universitarias.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Universidad	Manual de Seguridad	Manual de Calidad	Puntos Destacados	Importancia en la Implementación
Harvard University	Biosafety Manual	Laboratory Safety Policy	- Cobertura de niveles de bioseguridad .Responsabilidad compartida entre investigadores y personal. - Protocolos específicos para almacenamiento, eliminación y respuesta a emergencias.	- Fomenta una cultura de seguridad integral. - Establece roles y responsabilidades claras. - Mejora la preparación ante emergencias y la gestión de residuos.
Stanford University	Biosafety Manual	Laboratory Standard & Design Guidelines	- Enfoque en laboratorios de nivel Diseño de laboratorios con consideraciones de bioseguridad.- Procedimientos para el manejo seguro de agentes biológicos.	- Garantiza un entorno de trabajo seguro desde el diseño del laboratorio. - Promueve prácticas seguras en la manipulación de agentes biológicos. - Facilita el cumplimiento de normativas de bioseguridad.
Universidad de Oxford	<i>Información no disponible públicamente</i>	<i>Información no disponible públicamente</i>	- Se espera que sigan estándares internacionales como ISO 15189.- Implementación de buenas prácticas de laboratorio (BPL).	- Alineación con estándares internacionales asegura calidad y seguridad. - Mejora la confiabilidad de los resultados de laboratorio.
Universidad de Cambridge	<i>Información no disponible públicamente</i>	<i>Información no disponible públicamente</i>	- Adopción de sistemas de gestión de calidad basados en ISO 9001.- Énfasis en la mejora continua y satisfacción del cliente.	- Establece un marco para la mejora continua. - Asegura la calidad de los servicios de laboratorio y la satisfacción de los usuarios.

Figura 8. Cuadro Comparativo: Manuales de Seguridad y Calidad en Laboratorios Universitarios

Fuente: Elaboración Propia (2025).

Requisitos para Implementar un Manual en la Facultad de Química UAEMéx

Para que este proyecto se realice se consideró lo siguiente:

- ☒ Cumplimiento de Normativas: NOM-STPS para seguridad, y normas SEMARNAT para residuos.
- ☒ Capacitación Continua: Programas obligatorios de formación en seguridad para estudiantes y personal.
- ☒ Gestión de Riesgos: Protocolos claros de prevención, actuación en emergencias y uso de hojas de datos de seguridad (HDS).
- ☒ Sostenibilidad: Implementar estrategias de reducción de residuos y uso de sustancias menos contaminantes.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

☒ **Acreditación y Evaluación:** Seguir procesos de auditoría interna y externa para verificar el cumplimiento de normas.

Es importante mencionar que si los laboratorios universitarios pretenden ser competentes en un futuro con Universidades Internacionales debemos de tener una prospectiva hacia el futuro y proyectarnos como las universidades internacionales que se mencionan en este proyecto que ya cuentan con manuales de seguridad y calidad.



4. Auditorías

“La primera característica que debe tener un buen auditor interno es saber escuchar”
Nahum Frett

4.1 ¿Qué es una auditoría?

El concepto de “auditoría” según la Organización Internacional de Normalización (ISO), una auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia y evaluarla objetivamente con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios establecidos (ISO 19011:2018).

Sin embargo, se menciona que las auditorías desempeñan un papel fundamental en la evaluación y mejora de los sistemas de gestión de seguridad y calidad en los laboratorios. Su aplicación en la Unidad Cerrillo de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx) permitirá identificar áreas de oportunidad y garantizar el cumplimiento de normativas internacionales y nacionales.

Este capítulo aborda los conceptos fundamentales de las auditorías, sus tipos y metodologías, así como la normativa aplicable, con un enfoque en las normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

4.2 Antecedentes de las auditorías en laboratorios del Campus Cerrillo

Las auditorías en laboratorios académicos y de investigación han evolucionado a lo largo del tiempo en respuesta a la necesidad de garantizar la calidad de los ensayos y calibraciones, así como la seguridad en el entorno de trabajo. Inicialmente, los laboratorios universitarios operaban bajo estándares internos sin una regulación formal, que es nuestro caso de estudio en este proyecto. Con el tiempo, la aceptación de normativas internacionales y nacionales impulsó la implementación de auditorías sistemáticas.

En la década de 1990, con la creciente demanda de acreditación y certificación de laboratorios, normas como la ISO/IEC 17025 comenzaron a adoptarse en instituciones educativas. En México, la norma NMX-EC-17025:2018 establece los requisitos para la competencia técnica de laboratorios de ensayo y calibración, lo que ha motivado la realización de auditorías internas y externas en laboratorios universitarios.



A nivel de seguridad, las regulaciones de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) han promovido auditorías enfocadas en el cumplimiento de normativas como la **NOM-018-STPS-2015**. Estas auditorías han sido esenciales para mitigar riesgos en laboratorios de enseñanza e investigación.

Actualmente, las universidades implementan auditorías regulares como parte de sus sistemas de gestión de calidad, asegurando la mejora continua de sus procesos y el cumplimiento de estándares internacionales y nacionales

4.2.1 Objetivos de las Auditorías en laboratorios son:

- A. Verificar difusión de las normas:** Proponer en el Manual de Seguridad y Calidad para los docentes, personal de laboratorio y estudiantes para tener un panorama de las normas más importantes.
- B. Identificar Deficiencias:** Detectar posibles áreas de mejora o incumplimiento en los procesos y procedimientos.
- C. Promover la Mejora Continua:** Facilitar la actualización y optimización del manual en función de los hallazgos de las auditorías. (más adelante se analizan los resultados de las auditorías en los laboratorios 4,5,6,7, 8 y 9)
- D. Garantizar la Capacitación Adecuada:** Evaluar la eficacia de los programas de capacitación y formación relacionados con el manual.

4.2.2 Principios de Auditoría

Las auditorías deben basarse en principios fundamentales, como:

- **Integridad:** Realizar auditorías con honestidad y sin conflictos de interés.
- **Presentación justa:** Los hallazgos deben reportarse con veracidad.
- **Diligencia profesional:** Aplicar rigor técnico y metodológico en la auditoría.
- **Independencia:** Evitar influencias externas que puedan comprometer la objetividad.



4.2.3 Pasos para Implementar el Sistema de Auditorías

A) Definición de los Criterios de Auditoría

Estándares de Seguridad: Verificar el cumplimiento de los protocolos de seguridad establecidos en el manual de buenas prácticas de seguridad y calidad, como el uso adecuado de equipo de protección personal, manejo seguro de sustancias químicas, y procedimientos de emergencia.

Estándares de Calidad: Asegurar que los procesos experimentales y los métodos sean consistentes con las buenas prácticas descritas en el manual y que los resultados sean reproducibles y confiables.

B) Desarrollo del Programa de Auditoría

Frecuencia de Auditorías: Establecer un calendario regular de auditorías, puede ser trimestral, semestral o anual, dependiendo de las necesidades y el tamaño de los laboratorios.

Equipo de Auditores: Designar un equipo de auditores internos con experiencia en seguridad y calidad en laboratorios, o contratar auditores externos si es necesario.

Procedimientos de Auditoría: Desarrollar un conjunto de procedimientos que guíen la realización de las auditorías, incluyendo la revisión de documentos, observación directa y entrevistas con el personal.

C) Implementación de Auditorías

Planificación: Definir el alcance de cada auditoría y preparar un plan de auditoría detallado que incluya las áreas a evaluar, los métodos de inspección y los criterios de evaluación.

Ejecución: Realizar las auditorías según el plan, recopilando datos mediante la observación, entrevistas y revisión de registros.

Documentación: Registrar los hallazgos, incluyendo cualquier incumplimiento de los estándares y las recomendaciones para mejoras.

D) Informe de Auditoría

Informe de Hallazgos: Elaborar un informe detallado que incluya los hallazgos, deficiencias identificadas y áreas de mejora.



Recomendaciones: Proporcionar recomendaciones específicas para corregir las deficiencias y mejorar las prácticas.

Seguimiento: Establecer un plan de acción para implementar las recomendaciones y realizar un seguimiento para asegurar que las medidas correctivas se lleven a cabo.

E) Revisión y Mejora Continua

Evaluación de Impacto: Evaluar el impacto de las medidas correctivas y de las mejoras implementadas.

Actualización del Manual: Revisar y actualizar el Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en función de los hallazgos de las auditorías y las nuevas mejores prácticas.

Consideraciones Adicionales

Capacitación de Auditores: Asegurar que los auditores estén debidamente capacitados en técnicas de auditoría y en los estándares de seguridad y calidad aplicables.

Confidencialidad: Mantener la confidencialidad de los hallazgos de las auditorías para fomentar un ambiente de reporte honesto y abierto.

Comunicación: Facilitar la comunicación abierta entre el equipo de auditoría y el personal de laboratorio para resolver problemas y aplicar mejoras.

4.2.4 Tipos de Auditorías en Laboratorios

A. Auditoría Interna

Evaluación realizada dentro del laboratorio por personal capacitado de la organización. Su propósito es mejorar continuamente los procesos y prepararse para auditorías externas. Una correcta aplicación del control interno en este caso de las auditorías internas depende de factores y minimizará los riesgos generando confianza en sus docentes, personal encargado de los laboratorios y estudiantes.

B. Auditoría Externa

Realizada por entidades certificadoras o reguladoras. Su objetivo es determinar el cumplimiento con normativas como la NMX-EC-17025, la ISO 9001 o las normas de seguridad de la STPS.



C. Auditoría de Cumplimiento

Se enfoca en la verificación del cumplimiento de normativas y reglamentos, como los establecidos por la STPS en seguridad laboral.

4.2.5 Auditoría de Sistemas de Gestión de Calidad

Una de las debilidades encontradas en este proyecto es implementar el sistema de gestión de calidad de los laboratorios conforme a la **ISO 9001** y para en un futuro garantizar la validez de los resultados obtenidos en las prácticas realizadas en los laboratorios.

4.3 Normativa Aplicable a Auditorías en Laboratorios Escolares

Se menciona más ampliamente en este apartado las normas a considerar dentro del proyecto.

4.3.1 Directrices para la Auditoría de Sistemas de Gestión ISO 19011:2018

Proporciona lineamientos para llevar a cabo auditorías en cualquier sistema de gestión, incluyendo seguridad y calidad en laboratorios, nos ayuda con el panorama a calificar dentro de la Institución mencionada.

4.3.2 Regulaciones de la STPS

Incluyen normas oficiales mexicanas (NOM) enfocadas en la seguridad y salud en el trabajo, como la **NOM-017-STPS-2008** sobre equipo de protección personal y la **NOM-018-STPS-2015** como ya se había mencionado sobre identificación de sustancias peligrosas, dentro de los laboratorios académicos y de investigación en el campus cerrillo UAEMéx.

4.4 Metodología para la Realización de Auditorías en Laboratorios

4.4.1 Planificación de la Auditoría

- Definir objetivos y alcance.
- Seleccionar el equipo auditor.
- Revisar documentación y requisitos normativos.

4.4.2 Ejecución de la Auditoría

- Revisión documental
- Entrevistas con el personal
- Inspección de instalaciones y procesos



4.4.3 Informe de Auditoría

- Resumen ejecutivo
- Hallazgos y desviaciones detectadas.
- Acciones correctivas y recomendaciones.

4.4.4 Seguimiento y Mejora Continua

- Implementación de acciones correctivas.
- Evaluación de mejoras implementadas.
- Preparación para auditorías futuras.

4.5 Beneficios de las Auditorías en Laboratorios

- Mejora de la calidad en los procesos y resultados.
- Reducción de riesgos laborales y ambientales.
- Mayor confianza de clientes y autoridades.
- Acreditación y reconocimiento del laboratorio.



Diagrama de Flujo

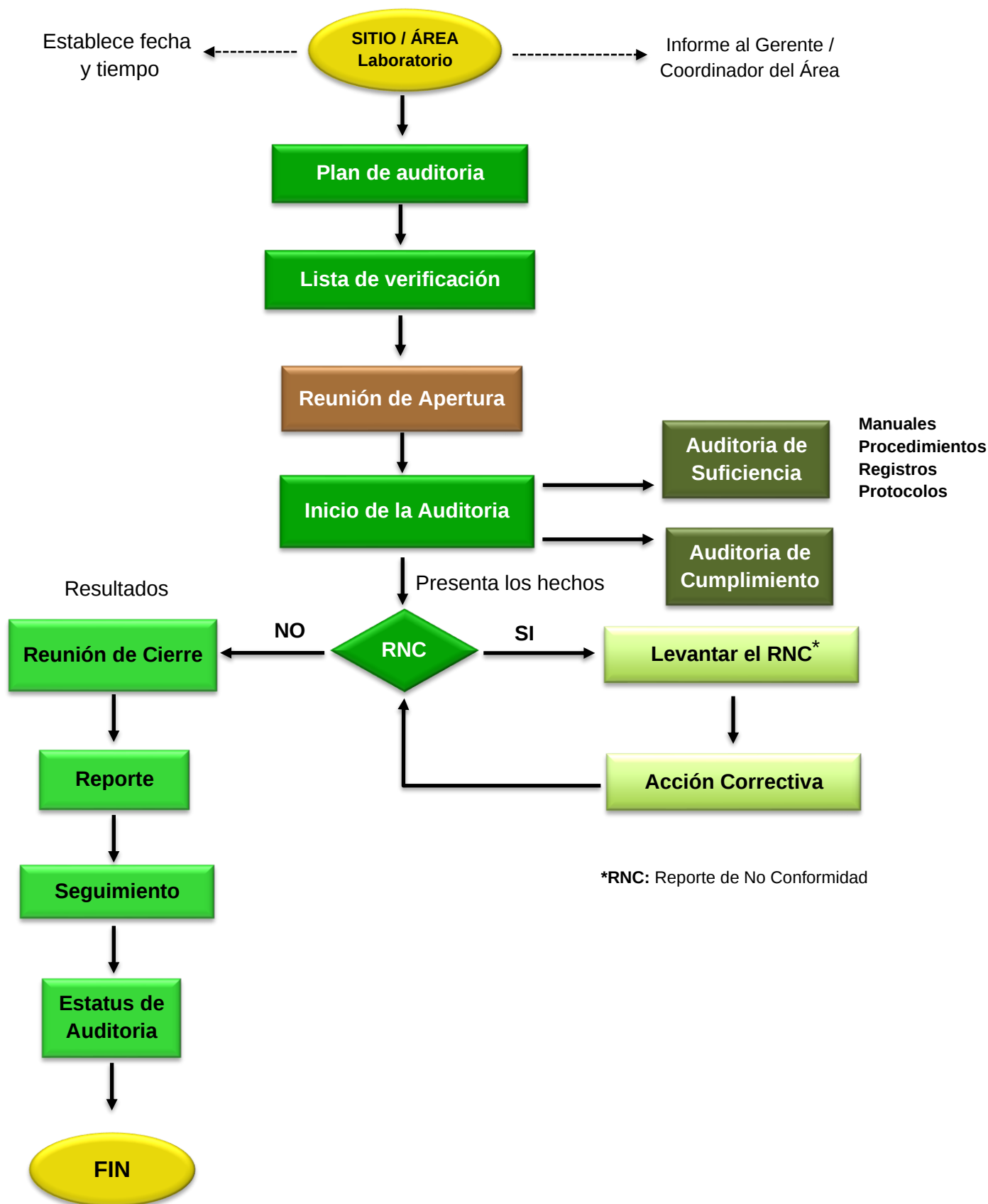


Figura 9. Diagrama de Flujo de la Metodología de Auditoría

Fuente: Elaboración Propia (2025).

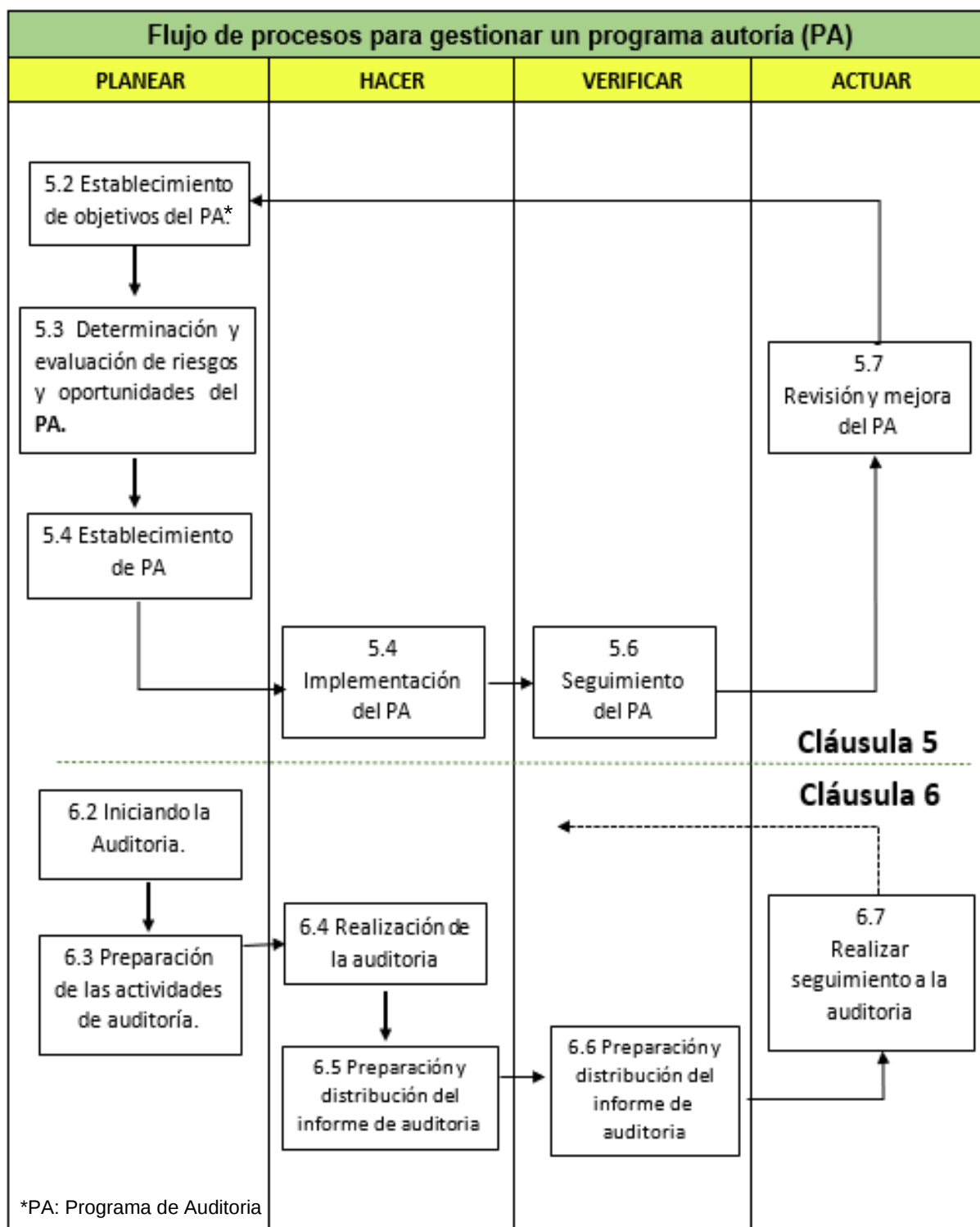


Figura 10. Diagrama de flujo de procesos para gestionar un programa de auditoría

(Nota: Esta figura ilustra la aplicación del ciclo **Planear – Hacer – Verificar – Actuar**, en este documento. La numeración de cláusulas/ subcláusulas relevantes a la norma ISO 19011:2018.)



Las auditorías son herramientas clave para garantizar la seguridad y calidad en los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx. Su aplicación sistemática permite identificar áreas de mejora y asegurar el cumplimiento con normas y regulaciones de la STPS. Al Implementar una metodología de auditorías adecuada periódicamente contribuirá al fortalecimiento del sistema de gestión del laboratorio.

¿Por qué son importantes las auditorías en los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx?

Son importantes para garantizar la calidad y la integridad de los resultados del laboratorio, asegurar el cumplimiento de las normas, reducir los riesgos, mejorar la eficiencia y fortalecer la confianza de las partes interesadas.

5. Perspectiva de las dimensiones ambiental, social, económica y cultural aplicadas al proyecto

5.1 Dimensión Ambiental

Es promover prácticas sostenibles en el laboratorio incluyendo la química verde como se menciona en el apartado 3.8 ya que se consideran los puntos 1, 4, 5 de los 12 puntos de la Química Verde, la **reducción de residuos peligrosos** ayuda a implementar protocolos para la gestión segura de desechos químicos y biológicos, siguiendo normativas de la **NOM-052-SEMARNAT-2005**.

Ayuda con la optimización de recursos y minimizando el uso de materiales no renovables, reducir el consumo de agua y energía, y promover el reciclaje de materiales que se debe de considerar el desarrollo de una nueva conciencia ambiental para fomentar la educación sobre el impacto ambiental de los procesos de laboratorio la evaluación de riesgos ecológicos se analizar y nos ayudan mitigar el impacto ambiental de los reactivos utilizados en experimentos.

5.2 Dimensión Social

El proyecto fomenta un entorno seguro, inclusivo, colaborativo, la retribución social y concientización de todos los usuarios de este manual en la seguridad del personal y crear un ambiente donde docentes, personal de laboratorio y estudiantes para que se sientan seguros al manipular sustancias peligrosas, reduciendo accidentes laborales.



Aseguramos que las prácticas y protocolos sean accesibles para todos, independientemente de sus habilidades o conocimientos previos, la responsabilidad comunitaria nos ayuda a extender la conciencia sobre la seguridad en laboratorios a otras áreas académicas o instituciones educativas una vez que se implementa este proyecto fomentando un trabajo en equipo e incentivar la colaboración entre docentes, personal de laboratorio y estudiantes asegurando el respeto mutuo y la responsabilidad compartida.

5.3 Dimensión Económica

Se garantiza un uso eficiente de los recursos económicos optimizando la implementación de buenas prácticas que reduzcan desperdicios y costos asociados a accidentes, con programas de mantenimiento preventivos, actualización de inventarios de sustancias o reposición de materiales, los costos de capacitaciones se deben de invertir en la formación para evitar gastos mayores derivados de errores operativos o accidentes.

En la sustentabilidad financiera para aplicar en prácticas que a largo plazo disminuyan el impacto económico en la institución, como la reutilización segura de materiales. En esta atracción de inversión un manual bien implementado puede ser un factor para atraer fondos de investigación o certificaciones de calidad en un futuro y empezar a poner las bases para nuevos proyectos de los estudiantes.

5.4 Dimensión Cultural

Se fortalece una cultura de seguridad y calidad en el ámbito educativo en los laboratorios considerando un cambio de mentalidad en promover la cultura de prevención y responsabilidad individual en la comunidad universitaria respetando a las normativas nacionales (NOM, NMX, STPS, etc) en las prácticas cotidianas, fortaleciendo el compromiso ético de todo el personal involucrado en nuestra vinculación con valores institucionales reflejamos los valores de la UAEMéx en la cultura de laboratorio, fomentando identidad y orgullo universitario en difusión de buenas prácticas nos ayuda a incentivar la transmisión de conocimientos sobre seguridad a nuevas generaciones de estudiantes, creando un impacto positivo en la comunidad educativa.



5.5 Dimensión Normativa

Fortalece un conocimiento normativo en la población estudiantil, docente y personal de laboratorio garantizando la aplicación de estándares internacionales y nacionales en seguridad y calidad.

A. Identificación de Normativas Aplicables

Se Realiza un análisis detallado de las normativas relevantes, como:

- **Normativas internacionales: ISO 45001 (Seguridad y Salud en el Trabajo) o ISO 9001 (Gestión de Calidad), Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de la secretaria del Trabajo y Previsión social, Normas Mexicanas (NMX)**

B. Programas de Formación Normativa

Acción: Diseñar talleres y cursos enfocados en la aplicación práctica de las normativas en el laboratorio.

Sugerencias para los talleres:

Las sesiones introductorias o capacitación sugeridas ayudan y enriquecen con las explicación básicas de las normas clave para estudiantes de nuevo ingreso e incluso de semestres avanzados en los programas de las licenciaturas en la Facultad de Química en las prácticas se realizan ejercicios que reflejen situaciones reales en las asignaturas impartidas con evaluaciones periódicas con las aplicaciones de los cuestionarios (exámenes) para medir la comprensión de los conocimientos impartidos dentro de aula de trabajo y las normativas aplicables dentro de este manual que se desarrolló en este proyecto tiene un beneficio de la mejora en la capacidad de la comunidad universitaria para identificar riesgos y actuar conforme a la normativa vigente para tener el conocimiento ser competitivos en el mundo laboral.

C. Inclusión en la Currícula Académica

Áreas de oportunidad para accionar es integrar módulos específicos sobre normatividad en las asignaturas de laboratorio o capacitaciones previas de las normativas que se consideran importantes ejemplos de Incluir temas sobre manejo seguro de reactivos y equipos de laboratorio según la NOM-005-STPS-1998. Promover proyectos de investigación donde se apliquen criterios normativos con resultado esperados en la



Formación de estudiantes con competencias técnicas y legales, preparados para ambientes laborales regulados.

D. Desarrollo del Manual con Enfoque Normativo

Al estructurar el manual destacando las normativas aplicables en cada sección (uso de equipos, manejo de residuos, emergencias en caso de derrames).

Se consideran **6 apartados** importantes dentro de su estructura:

1. *Gestión de riesgos en el laboratorio.*
2. *Manejo seguro de sustancias químicas.*
3. *Control de Calidad de Equipos y materiales.*
4. *Procedimientos de emergencia.*
5. *Capacitación continua del personal*
6. *Protocolos de mantenimiento y revisión periódica.*

Esto facilitará y tendrá un beneficio que el manual sirva como referencia normativa constante.

E. Creación de una Cultura Normativa

El fomentar el respeto a la normatividad como un valor institucional, nos invita a hablar sobre la importancia de cumplir con normas y establecer reconocimiento a estudiantes, personal del laboratorio, docentes que demuestren un conocimiento destacado de la normativa, el impacto esperado dará un fortalecimiento de la identidad de la UAEMéx como una institución comprometida con la seguridad y calidad normativas con miras a un futuro para certificaciones.

Uno de los indicadores de éxito esperados son las capacitaciones 100% del personal de laboratorio, docentes y estudiantes capacitados en normativas relevantes.

Dentro del cumplimiento en las auditorías internas con resultados positivos respecto a la implementación de normativas el manual referenciado en este proyecto en los planes de formación como material obligatorio.

Este enfoque garantizará que la comunidad de la Unidad Cerrillo de la UAEMéx no solo conozca las normas, sino que el aplique de manera constante y eficiente en sus prácticas de laboratorio.



5.5.1 Implementación efectiva de estándares normativos

A. El resultado del cumplimiento documentado con normativas NMX y NOM es un impacto esperado en la reducción de auditorías negativas y obtención de certificaciones externas de calidad en un largo plazo.

B. Mejora de la seguridad operativa en la disminución con la incidencia de accidentes o incidentes laborales en los laboratorios el indicador de registro de cero incidentes graves dentro del primer año de implementación para empezar a monitorear un beneficio en la creación de un ambiente seguro que favorece la enseñanza práctica y la investigación.

C. Gestión ambiental optimizada con los resultados de los protocolos claros para la disposición segura de residuos químicos y biológicos el indicador de la implementación de un sistema de gestión de residuos basado en las normas ambientales (NOM-052-SEMARNAT) un beneficio de reducción de la huella ecológica* y contribución a la sostenibilidad universitaria.

D. Formación y capacitación continua para docentes, personal de laboratorio y estudiantes en buenas prácticas de seguridad y calidad esperamos un indicador al menos 90% del personal y estudiantes capacitados en los primeros seis meses su beneficio mayor conocimiento y aplicación de normas de seguridad, creando una cultura preventiva.

E. Manual como recurso educativo integral este documento accesible y se encuentra actualizado para que sirva como referencia continua para docentes, personal de laboratorio y estudiantes dentro del impacto esperado el manual se utilizará en los cursos prácticos de laboratorio, fortaleciendo la formación académica con un beneficio de un recurso que facilita la estandarización y la transferencia de conocimiento.

F. Reconocimiento institucional la facultad de Química de la UAEMéx será reconocida por la implementación de estándares en seguridad y calidad como uno de los indicadores certificación de calidad en procesos en un futuro como por ejemplo ISO 9001 u otras el beneficio de la mejora de la reputación institucional, atrayendo a nuevos estudiantes e investigadores.



G. Fomento de la responsabilidad social el resultado de creación de una conciencia sobre la importancia de la seguridad y la sostenibilidad en la comunidad universitaria. Impactando lo esperado es una extensión de estas buenas prácticas a otras facultades o universidades beneficiando el impacto positivo en la sociedad al formar profesionales responsables y conscientes.



Perspectivas de las dimensiones del Proyecto

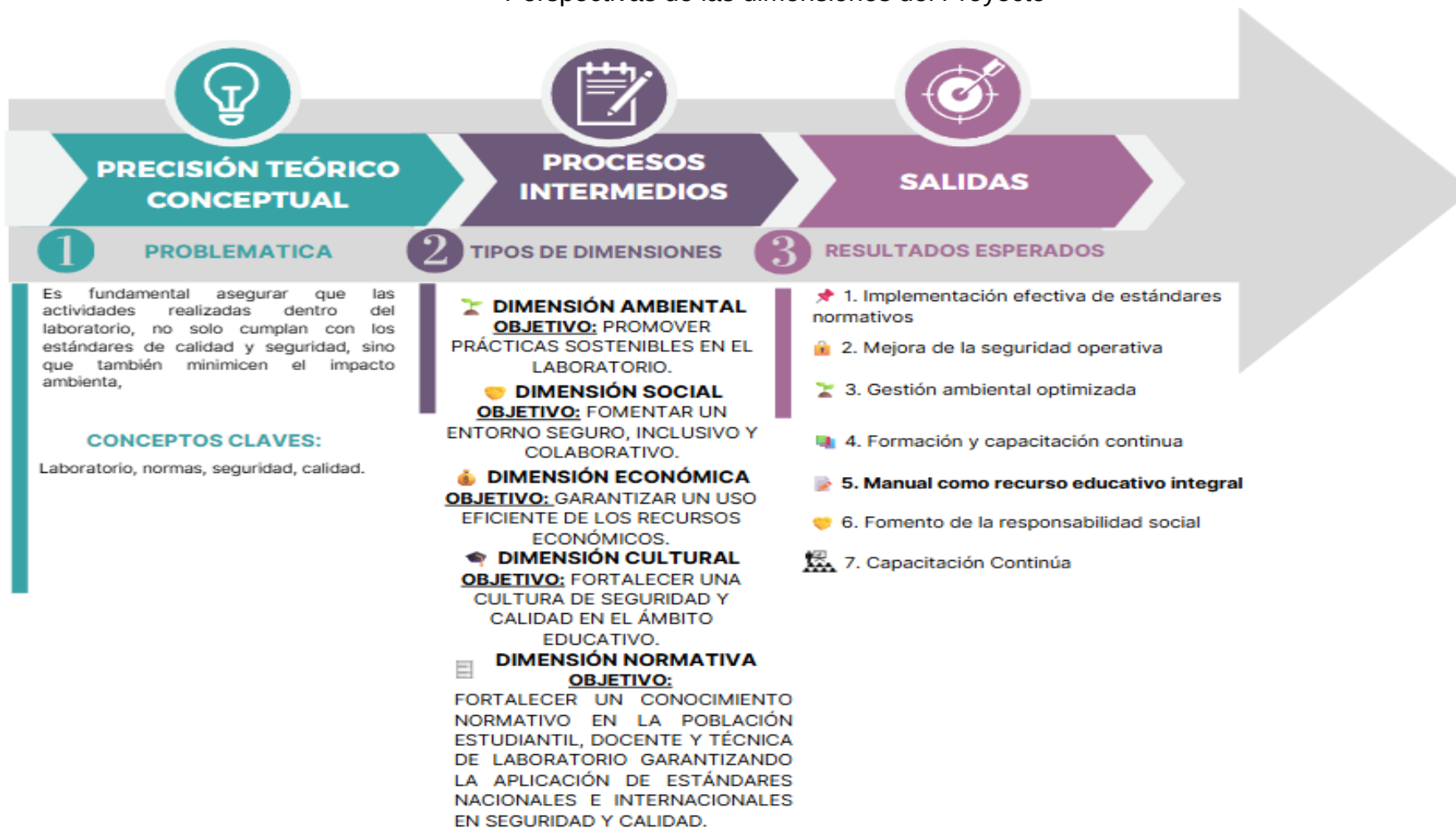


Figura 11. Perspectiva de las dimensiones ambiental, social, económica y cultural aplicadas al proyecto

Fuente: Elaboración Propia (2025).



6. Metodología

La presente investigación se desarrolla bajo un **enfoque mixto**, ya que combinamos técnicas de carácter **cualitativo** y **cuantitativo**. El componente cualitativo se centra en la revisión documental de normas oficiales, literatura científica y manuales de referencia, mientras que el componente cuantitativo se apoya en la aplicación de encuestas diagnósticas dirigidas a estudiantes, docentes y personal de laboratorio con el fin de obtener datos objetivos sobre las prácticas de seguridad y calidad en los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx.

El **tipo de investigación** es **aplicada**, puesto que no sólo busca describir una situación existente, sino también generar una propuesta práctica: la elaboración de un **Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad** que permita estandarizar procedimientos, prevenir riesgos y fortalecer el cumplimiento de las normas nacionales.

6.1 Desarrollo del Método

El método empleado en este proyecto se basó en un enfoque documental analítico, complementado con un diagnóstico de campo para identificar las condiciones reales de operación en los laboratorios de la Unidad Cerrillo UAEMéx.

En primera instancia, se realizó una revisión sistemática de normas nacionales e internacionales aplicables, tales como NOM de la STPS, lineamientos de seguridad, guías de química verde y políticas institucionales en materia de calidad. (Figura 11)

Posteriormente, se llevaron a cabo observaciones directas, entrevistas semiestructuradas para determinar las necesidades específicas de seguridad, gestión de recursos y control de procesos. La integración de esta información permitió diseñar un Manual de Buenas Prácticas sustentado en criterios técnicos verificables, alineados con estándares de calidad y con los principios de sostenibilidad. Este método garantizó que el documento final fuera aplicable, pertinente y orientado a mejorar las prácticas operativas del laboratorio.



6.1.1 Diagrama de flujo de la metodología

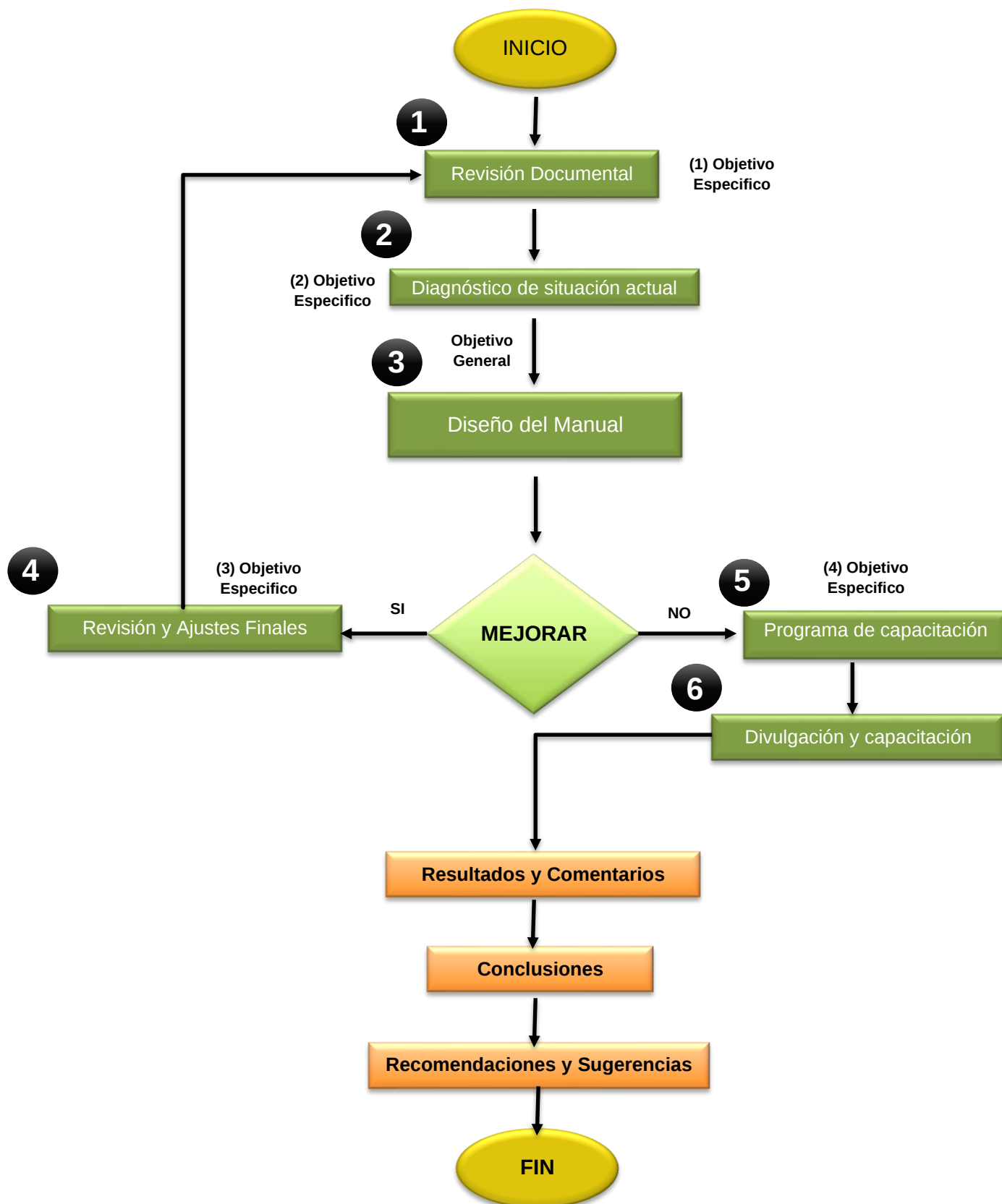


Figura 12. Diagrama de Flujo de la metodología del proyecto

Fuente: Elaboración Propia (2025).



Descripción del Diagrama de Flujo de la metodología del Proyecto

1 Revisión Documental

Se Investigó y revisó la legislación vigente, normativa existentes internacionales, nacionales y guías de buenas prácticas en seguridad y calidad en laboratorios.

- **Actividades para cubrir estos puntos:**

- ✓ **Investigación Bibliográfica:** Se estudia literatura científica, manuales de buenas prácticas, y normativas relevantes (por ejemplo, **ISO 9001, NOM-007-SSA3-2011, Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), NOM-010-STPS-2014, NOM-087-ECOL-SSA1-2002 etc.**), se menciona un compendio normativo de base para el manual con las normativas aplicables a nuestros laboratorios. (**Anexo 2 Matriz de Normas Aplicables a Laboratorio**)
- ✓ **Análisis de Casos:** Revisión de estudios de caso y ejemplos de manuales implementados en otras instituciones educativas y laboratorios industriales.
- ✓ **Consulta de Expertos:** Revisión de guías y recomendaciones de expertos en seguridad y calidad en laboratorios.

2 Diagnóstico de la Situación Actual

Se evaluó el estado actual en el conocimiento de normas en la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo.

En las actividades seleccionadas para realizar este punto son las siguientes:

- ✓ **Encuestas, Entrevistas y Auditorías Internas:** Recopilación de información a través de encuestas, entrevistas con estudiantes, docentes, y auditorías con personal técnico sobre las prácticas actuales, las percepciones de seguridad y calidad tanto de sustancias y elaboración de las prácticas en los laboratorios, para identificar deficiencias y áreas de mejora.
- ✓ **Observación Directa:** En la inspección de los laboratorios con las auditorías internas realizadas para identificar las prácticas actuales, deficiencias, y riesgos potenciales del manejo de sustancias o almacenamiento de éstas.



- ✓ **Análisis de Incidentes:** En la auditoría interna se realiza una revisión de informes de incidentes y accidentes ocurridos en los laboratorios si tiene alguna frecuencia y si se tienen bitácoras registradas de estos incidentes.

3 Diseño del Manual

Se elabora un manual para las buenas prácticas en seguridad y calidad adaptadas a las necesidades específicas de los laboratorios escolares.

- **Actividades realizadas:**
 - ✓ **Redacción de Contenidos:** Desarrollo de los contenidos del manual, incluyendo secciones sobre lineamientos de seguridad, manejo de sustancias químicas, control de calidad, y protocolos de emergencia.
 - ✓ **Estructuración del Manual:** Organización del contenido en un formato claro y accesible, incluyendo índices, secciones temáticas, y anexos.
 - ✓ **Revisión y Validación:** Consultar con expertos en seguridad y calidad para revisar y validar el contenido del manual. Incorporar retroalimentación de docentes y personal técnico.

4 Revisión y Ajustes Finales

Se refinará el manual basado en la retroalimentación del piloto y prepararlo para su implementación.

- **Actividades realizadas:**
 - ✓ **Incorporación de Retroalimentación:** Ajustar el manual en función de las observaciones y sugerencias durante la prueba piloto del manual.
 - ✓ **Revisión Final:** Se realizó una revisión final del manual para asegurar su precisión y claridad.
 - ✓ **Preparación para la Implementación Completa:** Desarrollar un plan para la distribución y capacitación general del manual.

5 Programa de Capacitación

Dentro del manual se considera un programa de capacitación para los usuarios de los laboratorios docentes, personal técnico y estudiantes.



6 Divulgación y Capacitación

En este último punto se pretende con el programa de capacitación que todos los usuarios estén familiarizados con el manual y lo utilicen de manera efectiva para tener un panorama de los que requerimos en los laboratorios, cabe mencionar la importancia de la difusión de la información de este proyecto de tesis cuando ya se concluyó.

- **Actividades:**

- ✓ **Sesiones de Capacitación:** Desarrollar e implementar un plan de capacitación para docentes, personal del laboratorio y estudiantes sobre el uso del manual.
- ✓ **Distribución del Manual:** Es importante distribuir el manual en formato físico y digital a todos los usuarios y asegurar su accesibilidad a todos cada nuevo ingreso a semestres.
- ✓ **Evaluación Continua:** Establecer mecanismos para la retroalimentación continua y la actualización periódica del manual.



7. Resultados

Dentro del desarrollo de la elaboración del *Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los Procesos de los Laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx*, se obtuvieron los siguientes resultados para poder responde nuestra pregunta de investigación.

Diagnóstico inicial de los laboratorios

Se realizó una inspección de las condiciones actuales de seguridad y calidad en los laboratorios, este diagnóstico permitió establecer una base sólida para el desarrollo del manual.

- a) Ausencia de estandarización en algunos procedimientos dentro de los laboratorios.
- b) Diferencias en el uso y manejo del equipo de protección personal (EPP).
- c) Necesidad de reforzar la señalización preventiva y de emergencia.
- d) Oportunidades de mejora en el control y almacenamiento de reactivos químicos.
- e) Falta de un documento único que integrara lineamientos de seguridad y calidad.

Diseño y estructuración del Manual

Se elaboró un documento formal que incluye el manual fue estructurado de manera clara, accesible y alineada con la normativa vigente aplicable en materia de seguridad e higiene.

- a) Normas generales de seguridad en laboratorio.
- b) Lineamientos para el uso adecuado del equipo de protección personal.
- c) Procedimientos para el manejo, almacenamiento y disposición de residuos químicos.
- d) Protocolos de actuación en caso de emergencias (derrames, incendios, exposición a sustancias peligrosas).
- e) Buenas prácticas de calidad en los procesos experimentales.
- f) Responsabilidades del personal docente, técnico y alumnado.
- g) Formatos de control y verificación.

Estandarización de procesos

Se logró:

- a) Homologar criterios de seguridad en los diferentes laboratorios.
- b) Definir procedimientos claros y reproducibles.
- c) Reducir la variabilidad en la ejecución de prácticas.
- d) Proponer mecanismos de supervisión y mejora continua.



Impacto esperado

La implementación del manual permitirá:

- a) Disminuir riesgos de accidentes y exposición a sustancias peligrosas.
- b) Fortalecer la cultura de prevención y responsabilidad.
- c) Mejorar la calidad y confiabilidad de los resultados experimentales.
- d) Cumplir con estándares institucionales y normativos.
- e) Promover un ambiente de trabajo seguro y organizado.

Producto final

Como resultado tangible, se obtuvo un **Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad**, listo para su implementación en los laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx.



8. Discusión de Resultados

Es importante mencionar que la concientización se considera con docentes, personal de laboratorio y estudiantes para enriquecer la responsabilidad social de la universidad para implementar este manual, **el sector público, el sector social, el sector privado, y económico** que contribuyan al desarrollo de la Institución. Dan como resultado un diagnóstico detallado que identifique áreas críticas y oportunidades de mejora.

A. Informe de evaluación del piloto con recomendaciones para ajustes y mejoras

1. El 70% de los encuestados estudiantes en la 1ra encuesta realizada indicó desconocer las normas y hojas de seguridad de las prácticas de laboratorio, los protocolos de emergencia lo cual refleja una necesidad de capacitación constante.
2. Estos resultados coinciden con lo señalado en la NOM-005-STPS-1998, que enfatiza la capacitación en manejo de sustancias químicas.
3. La falta de señalización adecuada en la identificación de sustancias en los laboratorios implica un riesgo que podría prevenirse con medidas de bajo costo y alto impacto.

B. Sobre la seguridad en los laboratorios

Los resultados obtenidos reflejan que, antes de la elaboración del manual, existía un conocimiento limitado de los protocolos de seguridad por parte de los estudiantes, personal de laboratorio y docentes, lo cual aumentaba el riesgo de incidentes. Tras el desarrollo del manual, se observó una mayor comprensión de las medidas de prevención, lo que demuestra la necesidad de contar con un documento institucional que unifique criterios y refuerce la cultura de seguridad y calidad.

C. Cumplimiento normativo

El análisis comparativo con las normas de la STPS y con referentes internacionales evidenció que los laboratorios de la Unidad Cerrillo cumplían parcialmente con algunos requisitos mínimos de seguridad y calidad. La integración de dichos lineamientos en el manual permitió subsanar vacíos normativos y fortalecer el cumplimiento de estándares aplicables a entornos educativos.



D. Percepción de la comunidad universitaria

Las encuestas aplicadas al personal de laboratorio, docentes y estudiantil señalaron la falta de información clara y actualizada sobre el manejo de reactivos, equipos y residuos. La discusión muestra que el manual responde directamente a estas necesidades al ofrecer guías prácticas y accesibles, lo cual impacta positivamente en la confianza y el sentido de responsabilidad de los usuarios.

E. Impacto en la calidad de los procesos

Con la implementación del manual, se observa que puede existir la mejora continua en la estandarización de las prácticas de laboratorio, lo que permite obtener resultados más confiables y reproducibles. Esto confirma la relación entre seguridad y calidad: un laboratorio seguro es también un laboratorio que garantiza procedimientos consistentes y de valor académico.

D. Aporte institucional

Finalmente, la discusión de los resultados muestra que este manual no solo cumple con su función de resguardar la seguridad, sino que se convierte en una herramienta estratégica de gestión universitaria. Su aplicación puede ser la base para programas de capacitación continua, procesos de acreditación e incluso como modelo replicable en otras facultades de la UAEMéx.

Estos resultados esperados no solo fortalecerán los procesos internos del laboratorio, sino que también contribuirán a la misión educativa y social de la UAEMéx.

Acontecimientos de Inspección de Laboratorio

En la inspección de laboratorios se encuentran las bitácoras en los laboratorios:

1. Residuos peligrosos.
2. Prácticas de Materias Impartidas durante el semestre.
3. Resguardo de vales de préstamo de material equipos y reactivos

Se tiene la siguiente información del Laboratorio 8 y 9 de las materias impartidas durante los semestres anteriores.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

Laboratorio 9, Clasificación de Materias impartidas de laboratorio de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx durante el semestre.

Semestre 2024 A	Semestre 2024 B
Química Analítica	Fisicoquímica
Fisicoquímica de Hidrocarburos	Laboratorio Básico de Química (3 Grupos)
Biología→ Reubicación de Lab. 6	Química Analítica
Laboratorio Integral de Ingeniería Química	Diseño de Productos Macromoleculares
Polímeros	Químico en Alimentos
Equilibrios Termodinámicos	Laboratorio de Química de Aditivos

A continuación, se muestra un formato de vale de préstamo de equipo de laboratorio imagen n), en anexo 6 se plática con el personal técnico de los laboratorios 8 y 9, al parecer los alumnos no se les brinda una capacitación del uso adecuado de formatos para su llenado ya que constantemente tienen errores.

Se observó que no se cuentan con hojas de seguridad (HDS) en los laboratorios los docentes, el personal de laboratorio y estudiantes no cuentan con una capacitación en este tema de HDS, a raíz de la visita de inspección de la auditoria se crea un formato de auditoría interna para los laboratorios de la Unidad cerrillo 2, 4, 6, 7, 8, y 9, este proyecto tendrá alcance para estos laboratorios mencionados que se encuentran en el **Anexo 1**, los laboratorios de investigación 1, 3 y 5 no se incluyen dentro de este trabajo.

También se alinea con los principios de la **Carta a la Tierra** y los **Objetivos de Desarrollo Sostenible** de la **Agenda 2030**, promoviendo la responsabilidad ambiental y social. Los resultados fortalecen la cultura preventiva, la eficiencia energética y el uso responsable de recursos. Su aplicación impulsa la mejora continua, la seguridad y la formación integral de los estudiantes



9. Alcances del Proyecto del TTG

El proyecto "**Elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los Procesos de los Laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx**" tiene los siguientes alcances:

1. **Diseño de un Manual Integral:** Se desarrolló un documento estructurado que incluirá normativas de seguridad, calidad y gestión de residuos peligrosos, con base en regulaciones nacionales (NOM, NMX, STPS, SEMARNAT) e internacionales (ISO 9001, ISO 14001).
2. **Aplicación en los Laboratorios de la Facultad de Química de la Unidad Cerrillo UAEMéx:** El manual se diseña específicamente para los laboratorios de esta unidad académica, considerando sus necesidades, procesos y regulaciones institucionales.
3. **Mejora en la Seguridad y Calidad:** Se establecerá lineamientos para reducir riesgos laborales, mejorar las condiciones de trabajo, minimizar incidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas y biológicas, y garantizar la calidad en los procedimientos del laboratorio.
4. **Capacitación y Sensibilización:** Se incluye recomendaciones para la capacitación del personal y estudiantes en buenas prácticas de seguridad y calidad, promoviendo una cultura de prevención y cumplimiento normativo.
5. **Propuestas para la Gestión de Residuos Peligrosos:** Se recomienda algunos procedimientos específicos para la clasificación, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos peligrosos, alineados con la **NOM-052-SEMARNAT-2005** y otras regulaciones ambientales, porque son de suma importancia en el área.
6. **Estandarización de Procesos:** El manual sirve como referencia para la estandarización de protocolos en los laboratorios, asegurando un cumplimiento homogéneo de las normas establecidas.
7. **Auditorías Internas:** Se establece mecanismos para la realización de auditorías internas periódicas, con el fin de evaluar el cumplimiento del manual y detectar áreas de mejora. Las auditorías permitirá verificar la correcta aplicación de los



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

procedimientos de seguridad, calidad y gestión de residuos, asegurando el cumplimiento normativo y las disposiciones de la **STPS**.

8. **Seguimiento y Mejora Continua:** A través de las auditorías internas y la retroalimentación del personal y estudiantes, se sugiere implementar acciones correctivas y preventivas para mejorar continuamente los procesos en los laboratorios.



10. Conclusiones

1. El manual de seguridad y calidad en la UAEMéx debe alinearse con **NOM, NMX y STPS, también normativas ambientales** para que en el futuro alcance estándares internacionales para poder llegar a desarrollar ingenieros en competencia con el mercado laboral.
2. **Fortalecimiento de la cultura de seguridad:** La elaboración del Manual de Seguridad y Calidad permitió consolidar una herramienta fundamental para fomentar la cultura de prevención de riesgos en los laboratorios de la Unidad Cerrillo UAEMéx. Su aplicación contribuye a garantizar la integridad física de estudiantes, docentes y personal técnico, minimizando accidentes y promoviendo un entorno seguro.
3. **Cumplimiento normativo:** El manual integra de manera sistemática los lineamientos de la normatividad nacional e institucional STPS, NMX y NOM, asegurando que los procesos laborales estén alineados con estándares reconocidos y favoreciendo la credibilidad académica y científica de la unidad.
4. **Mejora continua en la calidad:** La implementación de procedimientos claros y estandarizados fomenta la calidad en el desarrollo de prácticas y proyectos de investigación. Esto contribuye a obtener resultados más confiables y reproducibles, lo que impacta de manera directa en la formación académica de los estudiantes y en la generación de conocimiento.
5. **Herramienta pedagógica y de gestión:** El manual no solo es un documento de consulta, sino también una guía didáctica que facilita la enseñanza de buenas prácticas en los laboratorios, sensibilizando a los usuarios respecto a la responsabilidad que implica el uso de instalaciones y materiales.
6. **Sustento para la acreditación y proyección institucional:** Con este manual, la Unidad Cerrillo UAEMéx avanza hacia la consolidación de procesos que faciliten la futura acreditación de laboratorios, lo cual representa un valor agregado en la proyección académica y de investigación de la institución.



11. Recomendaciones y sugerencias

1. Establecer mecanismos para la retroalimentación continua y la actualización periódica del manual.
 - a) Crear un sistema para la recolección de comentarios y sugerencias de los usuarios sobre el manual.
 - b) Programar revisiones y actualizaciones regulares del manual para mantener su relevancia y efectividad.
2. Algunos puntos que se describen a continuación para ayudar a proteger el medio ambiente, sino que también puedan mejorar la eficiencia operativa de los laboratorios.
 - a) **Reducción de Residuos:** Implementar prácticas que reduzcan la generación de residuos peligrosos y no peligrosos, promoviendo el reciclaje y la reutilización de materiales siempre que sea posible
 - b) **Uso Eficiente de Recursos:** Optimizar el uso de recursos como agua y energía, mediante la implementación de tecnologías y prácticas más eficientes.
 - c) **Manejo Adecuado de Sustancias Químicas:** Garantizar el manejo seguro y responsable de sustancias químicas para prevenir derrames y contaminaciones que puedan afectar el medio ambiente.
 - d) **Cumplimiento Normativo:** Asegurar que todas las actividades del laboratorio cumplan con las normativas ambientales locales, lo cual no solo evita sanciones, sino que también promueve una cultura de responsabilidad ambiental y social.
 - e) **Educación y Concientización:** Fomentar la educación y concientización ambiental entre el personal del laboratorio, para que todos comprendan la importancia de sus acciones y cómo pueden contribuir a la sostenibilidad.
 - f) **Mejorar la seguridad del personal:** Este manual incluirá detalladas sobre el uso adecuado de equipo de protección personal (EPP), procedimientos de emergencia permitirá que los estudiantes y el personal cumplan con los



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

estándares de seguridad, reduciendo el riesgo de accidentes y exposiciones a materiales peligrosos.

- g) **Aumento de la calidad de los resultados experimentales:** Al estandarizar los procedimientos y prácticas laborales, el manual garantizará que todos los experimentos se realicen bajo condiciones controladas y consistentes. Esto contribuirá a la obtención de resultados más precisos y reproducibles, lo cual es fundamental en la formación de los estudiantes de la Facultad de Química.
- h) **Reducción de Incidentes y Errores:** Al proporcionar un marco claro y detallado para las operaciones del laboratorio, el manual ayudará a reducir el número de incidentes y errores. La formación continua y la adherencia a las buenas prácticas establecidas promoverán una cultura de seguridad y calidad.
- i) **Se proponen en este manual:** Que los estudiantes adquieran el conocimiento sobre uso obligatorio de EPP, señalización adecuada en el etiquetado de sustancias peligrosas, protocolos de manejo de reactivos y residuos peligrosos, control de accesos, bitácoras de mantenimiento y simulacros periódicos.



12. Limitaciones

A pesar de su importancia, el proyecto presenta ciertas limitaciones que deben considerarse:

1. **Alcance Institucional Restringido:** El manual estará diseñado exclusivamente para los laboratorios de docencia de la Facultad de Química de la **Unidad Cerrillo UAEMéx**, por lo que su aplicación en otras unidades académicas requeriría adaptaciones.
2. **Implementación dependiente de factores administrativos:** La adopción y aplicación efectiva del manual dependerá de la aprobación y compromiso de las autoridades universitarias, así como de la disponibilidad de recursos para su implementación.
3. **Requerimientos de Actualización:** Las normativas de seguridad y calidad pueden actualizarse con el tiempo, por lo que el manual necesitará revisiones periódicas para mantenerse vigente y alineado con las regulaciones más recientes.
4. **Limitaciones en Infraestructura y Equipamiento:** La implementación de todas las medidas de seguridad y calidad propuestas en el manual puede verse limitada por la infraestructura actual de los laboratorios y la disponibilidad de equipos de seguridad.
5. **Adopción por parte de los docentes, personal y estudiantes:** Aunque el manual proporcionará lineamientos claros, su efectividad dependerá del compromiso del personal y los estudiantes para seguir y aplicar las buenas prácticas establecidas.
6. **Regulación Externa:** La normatividad gubernamental o institucional puede modificar los requerimientos de seguridad y calidad, afectando la aplicabilidad de algunos lineamientos propuestos en el manual.
7. **Limitaciones en la Ejecución de Auditorías Internas:** La efectividad de las auditorías internas dependerá de la asignación de personal capacitado, la disponibilidad de tiempo para su ejecución y la disposición de los responsables de los laboratorios para implementar las mejoras sugeridas.



13.- Referencias Bibliográficas

1. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Es la máxima ley de derecho ambiental en México que regula lo relativo al quinto lugar del cuarto artículo de la Constitución Política y el artículo 25.

Art 4.- Toda persona tiene derecho a:

- Un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Art 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo con una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo

2. Manual para las buenas prácticas de laboratorio, faculta de ciencias exactas y naturales, Universidad de Antioquía. Página 4
3. Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en el centro de trabajo condiciones de seguridad.
4. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT/2008, Características de las etiquetas y envases y embalajes, destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-2014, Sistemas de Protección y Dispositivos de Seguridad en la maquinaria y equipo de trabajo que se utilice en los centros de trabajo.
6. Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, manejo y almacenamiento de materiales condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
7. Norma Oficial Mexicana **NOM-007-SSA3-2011** Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos.
8. Norma Oficial Mexicana **NOM-010-SCT2-2009** disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
9. **NOM-017-STPS-2008**, Equipo de protección personal.
10. **NOM-018-STPS-2015**, Identificación de sustancias peligrosas
11. **NMX-AA-162-SCFI-2012** AUDITORÍA AMBIENTAL: Metodología para realizar auditorías y diagnósticos, ambientales y verificaciones de cumplimiento del plan de acción determinación del nivel de desempeño ambiental de una empresa evaluación del desempeño de auditores ambientales.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

12. **NMX-AA-163-SCFI-2012** AUDITORÍA AMBIENTAL: Procedimiento y requisitos para elaborar un reporte de desempeño ambiental de las empresas.

Normas Internacionales y Nacionales

13. **ISO/IEC 17025:2017** – General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. (Esta norma internacional especifica los requisitos para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, abarcando desde la gestión de calidad hasta los requisitos técnicos.)
14. **ISO 17025:2017**- Reglamento de Seguridad en los Laboratorios de Investigación. (Específico para el contexto de laboratorios en entornos educativos y de investigación.)
15. **NMX-EC-17025:2018**, Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.
16. **ISO 19011:2018**, Directrices para la Auditoría de Sistemas de Gestión.
17. **ISO 14644**: Normas de salas limpias y ambientes controlados.

Guías y Manuales de Buenas Prácticas

18. **“Manual de Buenas Prácticas de Laboratorio: Seguridad y Gestión de Calidad en los Laboratorios de Ensayo y Calibración”**

Publicado por diversas entidades, incluyendo organismos de acreditación y asociaciones profesionales.

- Manuales de la American Chemical Society (ACS) o Society for Laboratory Automation and Screening (SLAS).
- “Laboratory Safety: A Guide for Research Scientists” por Dr. Philip A. Ensor. Ofrece directrices sobre la seguridad en los laboratorios, enfocándose en la protección personal y procedimientos de emergencia. Laboratory Safety Guide.

19. Normas y Directrices Locales

Se consultaron las normativas y directrices específicas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx) y su plantel Cerrillo, se revisaron los procedimientos y políticas internas para la seguridad y calidad en sus laboratorios. Políticas de Seguridad y Calidad en Laboratorios de la UAEMéx.

20. **Manual de Buenas Prácticas en Laboratorios de la Universidad Complutense de Madrid (UCM)**

Proporciona una guía detallada sobre medidas de seguridad, uso de equipos de protección, identificación de riesgos químicos y biológicos, y protocolos de emergencia. Es un excelente ejemplo de cómo estructurar las normativas internas para laboratorios universitarios. ([Guia SBP Laboratorios UTN FRRo.pdf](#))

21. **Guía de Seguridad y Buenas Prácticas en Laboratorios de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN)**

Detalla procedimientos específicos para manipulación segura de equipos, sustancias inflamables y manejo de desechos peligrosos. Esta guía es útil para implementar medidas preventivas adaptadas a diferentes escenarios de riesgo ([Guia SBP Laboratorios UTN FRRo.pdf](#))



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

22. **Manual de Seguridad y Calidad en Laboratorios de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY):** Incluye directrices sobre etiquetado, almacenamiento seguro de reactivos, mantenimiento de equipos y medidas de protección colectiva, cumpliendo con normativas de la NOM-026-STPS (Microsoft Word – Objetivo y Cap 3 MSL V13. Revisión Dirección (1).docx (uady.mx))
23. **Manual de Buenas Prácticas en el Laboratorio del Instituto de Cerámica y Vidrio (ICV-CSIC):** Contiene directrices específicas sobre manipulación de productos químicos peligrosos, almacenamiento y procedimientos en caso de accidentes
Microsoft Word – 20_07_2020 Manual de buenas prácticas en los laboratorios (3) (ucm.es)
24. **NFPA 45:** Norma sobre protección contra incendios para laboratorios que usan sustancias químicas.
25. NMX-CH-9333-1-IMNC-2020: Directrices para la documentación de un sistema de gestión de calidad.
26. OMS Bioseguridad en Laboratorios: Manual de bioseguridad de la Organización Mundial de la Salud.
27. Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press.
28. Lancaster, M. (2010). *Green Chemistry: An Introductory Text*. Royal Society of Chemistry.
29. Tang, S. L., Smith, R. L., & Poliakoff, M. (2005). Principles of green chemistry. *Chemical Society Reviews*, 34(8), 584-594.
30. Tundo, P., Perosa, A., & Zecchini, F. (2007). *Methods and Reagents for Green Chemistry: An Introduction*. Wiley-Interscience.
31. Sheldon, R. A. (2017). The E factor: fifteen years on. *Green Chemistry*, 9(12), 1273-1283.
32. Jessop, P. G. (2011). Searching for green solvents. *Green Chemistry*, 13(6), 1391-1398.
33. **UNESCO.** *Scientific and Technological Research in Mexico*.
34. **American Chemical Society (ACS).** *History of Chemistry*.
35. **Science History Institute** – *Chemistry in the Modern World*.
36. **Feynman, R. (1965).** *The Feynman Lectures on Physics*.
37. **Sokal, A. (1996).** *Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity*.
38. **Foucault, M. (1975).** *Discipline and Punish: The Birth of the Prison* (sobre control en ambientes científicos).
39. [Facultad de Química – Reseña Histórica](#)
40. [Facultad de Química – Laboratorios](#)
41. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-018-STPS-2015. Sistema de identificación y comunicación de peligros por sustancias químicas. México.
42. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-005-STPS-2018. Condiciones de seguridad e higiene en los laboratorios. México.
43. Instituto Nacional de Normalización (INN). NMX-EC-17025. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

44. Organización Internacional de Normalización (ISO). ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
45. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Manual de Buenas Prácticas de Laboratorio. Última actualización.
46. Consejo de Seguridad Química (CSQ). Guía para el manejo seguro de sustancias químicas en laboratorios. Edición reciente.
47. **INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo)**. (2015). *Etiquetado de productos químicos peligrosos. Guía técnica sobre el reglamento CLP*. Ministerio de Empleo y Seguridad Social.
48. <https://www.uaemex.mx/seguridad-institucional/protocolo-de-seguridad>
49. [Plan_de_Proteccion_Civil_UAEMex2024.pdf](#)
50. sr.uaemex.mx
51. (INSST. 2015, p. 9). Etiquetado de productos químicos. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
52. IMNC. (2015). *NMX-SAA-14001-IMNC-2015 Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso*. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación.
53. OpenAI. (2026). ChatGPT (versión GPT-5.3) [Modelo de lenguaje]. <https://chat.openai.com/>
(Nota: En la elaboración de este trabajo se utilizó la herramienta de inteligencia artificial ChatGPT (OpenAI) como apoyo en la redacción, organización de ideas y consulta general. El contenido final fue revisado, corregido y validado por la autora de este proyecto.)
54. Aristotle. (2001). The basic works of Aristotle. Modern Library.
55. Boyle, R. (1661). The sceptical chymist.
56. Brock, W. H. (1992). The Norton history of chemistry. W. W. Norton & Company.
57. Debus, A. G. (1987). The chemical philosophy. Science History Publications.
58. Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2014). Managing for quality and performance excellence. Cengage Learning.
59. ISO. (1999). ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
60. ISO. (2015). ISO 9001: Quality management systems.
61. ISO. (2018). ISO 45001: Occupational health and safety management systems.
62. Lavoisier, A. (1789). *Traité élémentaire de chimie*.
63. OCDE. (1978). Principios de Buenas Prácticas de Laboratorio.
64. STPS. (2015). Normas Oficiales Mexicanas en materia de seguridad y salud en el trabajo.
65. Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*



ANEXOS



Anexo 1. Croquis de laboratorios en el Campus Cerrillo

CROQUIS DE UBICACION DE ÁREAS FACULTAD DE QUIMICA CAMPUS EL "CERRILLO"



Planta de Pintura Taller

EDIFICIO B
PLANTA DE ALIMENTOS
(PRIMER PISO)

EDIFICIO B
PLANTA DE ALIMENTOS
(PLANTA BAJA)

Entrada / Salida Al Campus

EDIFICIO E
(PLANTA BAJA)

EDIFICIO E
(PRIMER PISO)

Cancha deportiva

Entrada / Salida Principal

Planta de Ing. Química

EDIFICIO C INGENIERIA QUIMICA (PRIMER PISO)

EDIFICIO C INGENIERIA QUIMICA (PLANTA BAJA)

EDIFICIO G PETROQUIMICA

EDIFICIO D DOCENCIA (PLANTA BAJA)

EDIFICIO D DOCENCIA (PRIMER PISO)

Estacionamiento

Cancha deportiva

- COORDINACION
- AULAS
- LABORATORIOS
- CUBICULOS
- AUDITORIO
- LAB. DE REACTORES
- LAB. DE INGENIERIA QUIMICA
- AREA DE PRODUCCION DE CARNES
- AREA DE PRODUCCION DE LACTEOS
- AREA DE PRODUCCION DE CEREALES
- P. PINTURA
- BAÑOS
- SALA DE COMPUTO



Camino a Tlaxaloya. →

Figura 1. Laboratorios 2,4,6,7,8 y 9 donde se implementará el proyecto.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Anexo 2. Matriz de normas aplicables a los laboratorios

Se realiza una matriz de las normas aplicables a los laboratorios en su importancia dentro de las instalaciones, nos ayuda a la visualización de protección del personal (docentes, personal y estudiantes), instalaciones y medio ambiente, también existen las normas de calidad y seguridad que aseguran la precisión, confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos en laboratorio, también considerando que los equipos cumplan con los requisitos.

Norma	Ámbito de Aplicación	Puntos Importantes a Considerar
NMX-EC-17025-IMNC	Competencia de laboratorios de ensayo y calibración.	- Requisitos de gestión y técnicos - Validación de métodos - Trazabilidad de mediciones - Aseguramiento de calidad de resultados
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales e instalaciones en condiciones seguras.	-Garantiza condiciones seguras -Nos ayuda a identificar riesgos en las instalaciones y áreas de Trabajo. -Condiciones seguras en instalaciones y áreas de trabajo
NOM-005-STPS-1998	Manejo y almacenamiento de sustancias químicas	Procedimientos de almacenamiento seguro - Control de derrames y fugas - Capacitación del personal
NOM-014-STPS-2000	Exposición laboral a radiaciones ionizantes.	- Protege a los trabajadores de daños a la salud por exposición a ruido en el trabajo. - Se establecen límites según el nivel de presión sonora y el tiempo de exposición
NOM-018-STPS-2015	Identificación y comunicación de peligros por sustancias químicas	-Sistema de identificación de sustancias peligrosas - Hojas de datos de seguridad (HDS) - Capacitación y señalización
NOM-017-STPS-2008	Uso de equipo de protección personal (EPP)	- Identificación de riesgos - Selección y uso de EPP adecuado - Capacitación y mantenimiento del equipo
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene	- Código de colores y señalización -Prevención de riesgos laborales - Comunicación visual en laboratorios
NOM-052-SEMARNAT-2005	Manejo de residuos peligrosos	- Clasificación de residuos peligrosos - Plan de manejo de residuos



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Norma	Ámbito de Aplicación	Puntos Importantes a Considerar
		- Requisitos de almacenamiento y disposición final
NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 *	Residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI)	- Manejo y separación de RPBI - Almacenamiento y transporte - Protección del personal
ISO 14001	Gestión ambiental en laboratorios	- Evaluación de impactos ambientales - Gestión de residuos y emisiones - Mejora continua en sostenibilidad
ISO 45001	Seguridad y salud en el trabajo	- Identificación y control de riesgos laborales - Participación del personal en seguridad - Evaluaciones periódicas
ISO 9001	Sistema de Gestión de Calidad	- Satisfacer las necesidades del cliente y superar sus expectativas. - Se debe garantizar que los productos y servicios cumplan con los requisitos acordados. - Los puntos no menos importantes Liderazgo, Participación del Personal, Enfoque Basado en Procesos, Mejora Continua, Toma de Decisiones Basada en Evidencia. - Es clave gestionar adecuadamente las relaciones con clientes, proveedores, reguladores y otros actores que influyen en la organización. - Antes de implementar el SGC, la organización debe analizar factores internos y externos que afectan su desempeño. - Se deben identificar, evaluar y tratar riesgos y oportunidades para garantizar la eficacia del SGC. - Documentación y Control de Información
Guía de Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL, OCDE)	Calidad en estudios experimentales	- Reproducibilidad de experimentos - Registro y trazabilidad de datos - Integridad de los resultados

*Si aplican en el laboratorio esta norma regula la manipulación segura de agentes biológicos.

Anexo 3. Pirámide de Maslow



Figura 1. Pirámide de Maslow

La **pirámide de Maslow**, propuesta por Abraham Maslow, es una teoría psicológica que explica cómo las necesidades humanas se organizan en niveles jerárquicos, desde las más básicas hasta las más complejas, las personas buscan satisfacer primero las necesidades básicas antes de avanzar a niveles superiores. Es decir, no se puede pensar en el crecimiento personal si no se han cubierto aspectos esenciales como la alimentación o la seguridad.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA

Anexo 4. Instalaciones de los laboratorios de la Facultad de Química Unidad Cerrillo UAEMéx.



Imagen a) Laboratorio 2



Imagen b) Laboratorio 2



Imagen a) Laboratorio 4



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA



Imagen b) Laboratorio 4



Imagen a) Laboratorio 6



Imagen b) Laboratorio 6



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA



Imagen a) Laboratorio 7



Imagen b) Laboratorio 7



Imagen a) Laboratorio 8



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA



Imagen b) Laboratorio 8



Imagen a) Laboratorio 9



Imagen b) Laboratorio 9



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

Anexo 5. Diferencia con Manual de Buenas Prácticas & Manual de Seguridad y Calidad

Aspecto	Manual de Buenas Prácticas	Manual de Seguridad y Calidad
Propósito	Mejorar procesos y prácticas éticas.	Proteger personas y garantizar calidad.
Enfoque	Sostenibilidad y eficiencia.	Seguridad, riesgos y normativas.
Normatividad	No siempre está normado.	Suele estar ligado a normas internacionales.
Alcance	General y amplio.	Específico y técnico.

Anexo 6. Área asignada para Residuos Peligrosos y Bitácoras de Laboratorios

Imágenes de Diagnóstico realizado durante la investigación del proyecto



a)

Imagen a.- Bodega sin Identificar



b)



c)

Imágenes: b) Almacén Temporal de Residuos Peligrosos, se encuentra sin candado la zona de resguardo de sustancias, y c) Interior del Almacén, los contenedores se encuentran sin etiquetas para su identificación de sustancias y contenedores de material de vidrio sin identificar.



d)



e)

Imagen d) Se gestiona la donación de candado para el Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (3 Llaves), **e)** se comparte la evidencia del candado, que se coloca en el área de Almacén Temporal de residuos peligrosos.



f)

CÓDIGO	TIPO DE SUSTANCIA	EJEMPLO
A	Residuos orgánicos y productos de síntesis orgánica que no sean peligrosos	Alcoholes
B	Disolventes orgánicos y aditivos de sustancias orgánicas que no sean peligrosos	Cloroformo
C	Residuos de ácidos orgánicos	Ácido acético diluido
D	Residuos de sales orgánicas	Sulfato de sodio
E	Residuos orgánicos tóxicos, así como las sales y sus soluciones de metales pesados	Sales de plomo
F	Compuestos comburentes tóxicos	Peróxido
G	Mercurio y sales de mercurio	Sulfato de mercurio
H	Sales metálicas orgánicas	Sulfato de mercurio
I	Solcos inorgánicos	Cloruro de plata
K	Residuos de vidrio, plástico, metal, columnas y cartuchos para HPLC	Recipientes rotos

g)

Imagen e) Contenedores de los residuos se encuentran con etiquetas provisionales para su identificación de Sustancias, no se encuentra clasificado conforme a las normas oficiales, g) Clasificación de contenedores para residuos químicos obsoleto, no se encuentra actualizada en laboratorios en proceso de gestión interna para actualización. (revisar Anexo 7*)



h)

Imagen h) Contenedor de agua destilada sin etiqueta y bote de basura de laboratorios



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



i)

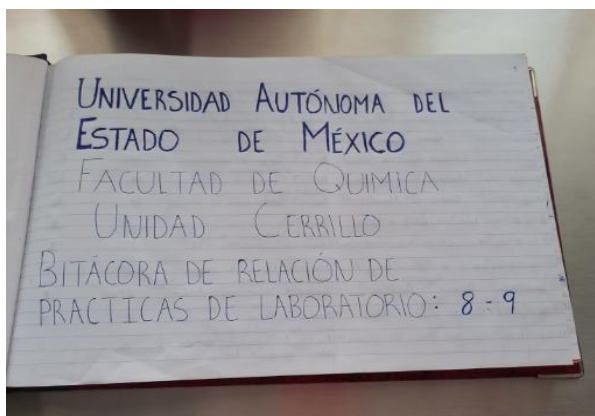


j)



k)

Imágenes i), j), y k) información de uso de quipos e instructivo de trabajo, falta de registros de capacitación al personal o a los estudiantes, en el conocimiento de esta información.



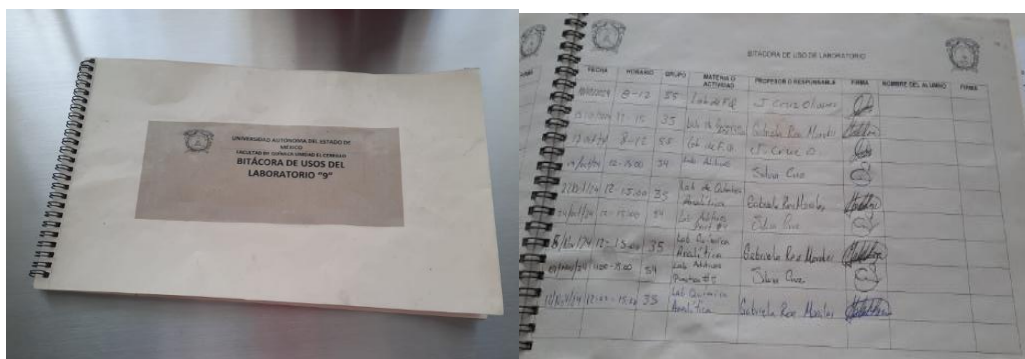
l)

FECHA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE QUÍMICA	NOMBRE DE LA PRÁCTICA Y NOMBRE DEL ALUMNO	Nº DE ALUMNOS	Nº DE LABORATORIO	CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS		NOMBRE Y FIRMA DEL ALUMNO	NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSA- BLE DE LA PRÁCTICA	OBSERVACIONES: (en caso de no haberse cumplido)
					SI	NO			
11/01/2014	Química General	Práctica 1. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
12/01/2014	Química General	Práctica 2. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
13/01/2014	Química General	Práctica 3. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
14/01/2014	Química General	Práctica 4. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
15/01/2014	Química General	Práctica 5. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
16/01/2014	Química General	Práctica 6. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
17/01/2014	Química General	Práctica 7. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
18/01/2014	Química General	Práctica 8. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
19/01/2014	Química General	Práctica 9. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
20/01/2014	Química General	Práctica 10. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
21/01/2014	Química General	Práctica 11. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
22/01/2014	Química General	Práctica 12. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
23/01/2014	Química General	Práctica 13. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
24/01/2014	Química General	Práctica 14. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
25/01/2014	Química General	Práctica 15. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
26/01/2014	Química General	Práctica 16. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
27/01/2014	Química General	Práctica 17. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
28/01/2014	Química General	Práctica 18. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
29/01/2014	Química General	Práctica 19. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	
30/01/2014	Química General	Práctica 20. Evolución de los gases atmosféricos y su efecto invernadero.	24	8	✓		Silvia Cruz Cruz	José Hernández Escobedo	

Imagen l) Bitácora de registro de prácticas de laboratorio 8 y 9

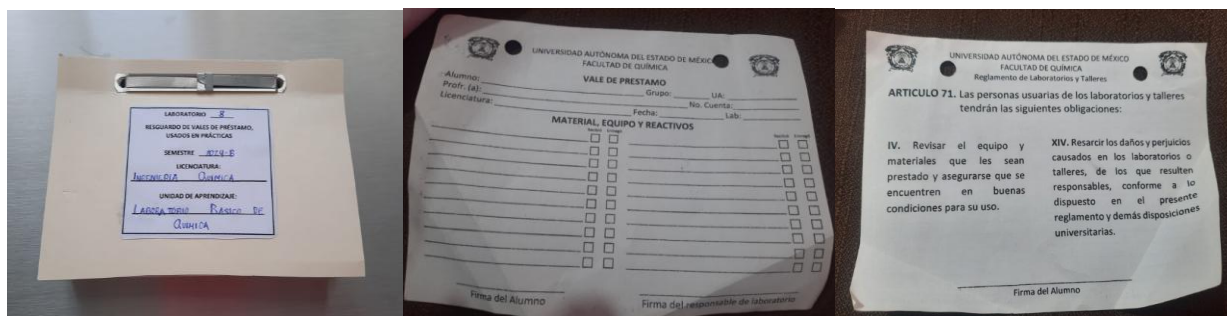


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA



m)

Imagen m) Bitácora de uso del Laboratorio 9



n)

Imagen n) Resguardo de vales de préstamo de material equipos y reactivos laboratorio 8 y 9



ñ)

Imagen ñ) El Croquis del Campus se encuentra obsoleto, en la entrada del campus ya que existe infraestructura física que no está representando en dicho croquis.



o)

Imagen O.- Bitácora de Clasificación de Residuos Peligrosos



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

Anexo 7. Clasificación de Residuos Peligrosos Químicos.

Dirección de Protección al Ambiente UAEMéx
Departamento de Residuos Peligrosos

CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS QUIMICOS (listado de ejemplos)

V.1/2020

Código	Tipo de Sustancia	Ejemplo
A	Disolventes orgánicos y soluciones de sustancias orgánicas no Halogenados: Líquidos orgánicos que contengan menos de un 2% en halógenos. Estos residuos son inflamables y tóxicos.	Alcoholes: Metanol, Etanol, Isopropanol, Safranina
		Aldehidos: Formaldehído, Acetaldehído.
		Aminas: Dimetilformamida, Hidroxizina
		Aminas: Dimetilamina, Anilina, Piridina.
		Cetonas: Acetona, Ciclohexanona
B	Disolventes orgánicos y soluciones de sustancias Halogenados: Líquidos Orgánicos que contienen más del 2% de algún al halógeno; tóxicos e irritantes, en algún caso cancerígenos. Los halógenos son un grupo de elementos que se encuentran ubicados en la familia VII de la tabla periódica: (Flúor, Cloro, Bromo, Yodo)	Esteres: Acetato de etilo, Formiato de etilo.
		Glicoles: Etilenglicol, Monoetilenglicol. Manitol
		Diclorometano, Cloroformo, Clorobenceno, Tricloroetilo, Tetracloroetilo, Bromoformo.
		Ácidos Orgánicos: Ácido Acetilsalicílico, Ácido acético, Ácido cítrico, Ácido Láctico.
		Sales Orgánicas: Ácido benzoico, Butanoato de Sodio, Propanoato de Calcio
C	Residuos Sólidos Orgánicos: Ácidos orgánicos, Sales y Peróxidos orgánicos (no almacenarse en contenedores metálicos)	Peróxidos Orgánicos: Peroxibenzoato de.. Peróxido de Acetilo.
		Sulfatos: Sulfato de Bario, sulfuro de Manganeseo
D	Soluciones Salinas Inorgánicas: Residuos que se encuentran es estado líquido.	Cloruros: Cloruro de Sodio, Cloruro de Amonio, Percloruro Férrico, Cloruro de Bario
		Nitratos: Nitrato de Sodio, Nitrato de Potasio
E	Residuos inorgánicos tóxicos, así como las sales y sus soluciones de metales pesados. Metales Pesados: (Cr (VI), As. Hg, Sb, Cd, Co, Ni, Pb, Zn)	Acetato de Plomo, Sulfato de Cobre, Sulfuro de Plomo, Cloruro de Niquel, Nitrato de Plata, Acido clorhídrico, Ácido nítrico,, Ácido sulfúrico



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

F	Compuestos Combustibles Tóxicos: Aceites Grasas e Hidrocarburos (Alifáticos, no saturados y aromáticos) (Exentos de Cloro)	Hidrocarburos alifáticos: Pentano, Hexano, Ciclohexano, Metano Hidrocarburos aromáticos: Tolueno, O-xileno, Xilol, Antraceno grasas comestibles o vegetales, diésel, queroseno, naftaleno, nitrocelulosa
G	Mercurio y sales de mercurio:	Sulfato de mercurio, Tetrayodomercuriato de potasio, Mercurio
H	Sales Metálicas Regenerables	Cloruro de plata, oro
I	Sólidos inorgánicos: Compuestos en forma general ..compuesto de un metal con un no metal. Na Cl Cloruro de sodio (URO) Sales ácidas NaHS Sulfuro ácido de sodio Sales básicas CaOHBr Bromuro básico de Calcio	Oxisales (derivados del ácido original) terminación: Hídrico – uto NaCl – cloruro de sodio Oso – ito KClO hipoclorito de potasio Ico - ato LiClO₃ clorato de litio Oxisales CaOHNO₃ nitrato básico de calcio KClO monoxo clorato de potasio FeSO₃ sulfito de hierro (II)
K	Residuos de materiales que han estado en contacto con alguna sustancia química (Impregnados).	Recipientes rotos de vidrio, plástico, metal, columnas y cartuchos para HPLC, gel de sílice para capa fina y columna, papel filtro, papel indicador, guantes contaminados con alguna sustancia química.





Anexo 8. Encuesta Realizada a Población Estudiantil

A continuación, se representa gráficamente las encuestas realizadas a la Población Estudiantil de forma aleatoria para hacer un estudio de campo de cuanto saben de normas dentro de laboratorio, en los PEL* de QFB, IQ, QP, QA.

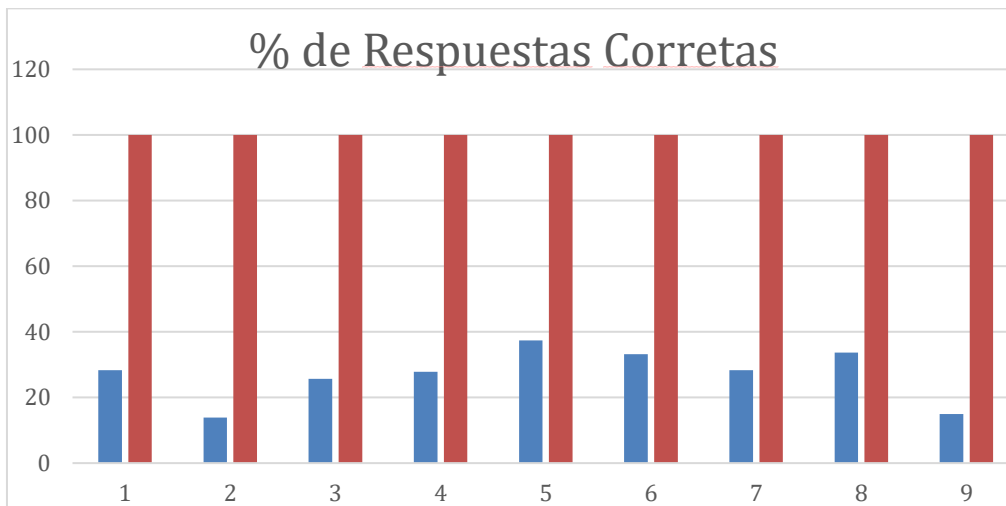


Figura 1. Estudiantes de 1er, 3er, 7mo Semestre

 CUESTIONARIO DE NORMAS DE LABORATORIO
SEGURIDAD Y CALIDAD

Instrucciones: Responde correctamente el siguiente cuestionario. [Los datos recopilados ayudarán](#) en el proyecto de maestría

1.- ¿Qué es lo más importante que regula la norma NMX-K-086-NYCE-2017 en un laboratorio escolar?

a) El uso adecuado de los equipos de laboratorio
b) La seguridad del ambiente escolar incluyendo procedimientos de emergencia
c) La calidad del aire en el laboratorio
d) La igualdad de género en el laboratorio

2.- ¿Cuál de las siguientes acciones está contemplada en la norma NMX-H-004-SCFI-2008 para los laboratorios?

a) Mantener los extintores siempre recargados y accesibles
b) Usar equipo de protección personal solo cuando se manipulan sustancias peligrosas
c) Almacenar materiales inflamables junto a los no inflamables
d) Evitar el uso de mascarillas en áreas con poca ventilación

3.- De acuerdo con la NMX-AA-028-SCFI-2010, ¿cuál es la recomendación para la toma de muestras de agua en un laboratorio escolar?

a) Las muestras deben tomarse al azar sin necesidad de conservación especial
b) Las muestras deben ser conservadas adecuadamente hasta su análisis
c) Se deben usar solo frascos de plástico sin etiquetar
d) Las muestras se deben dejar abiertas para evitar contaminación

4.- En un laboratorio escolar, ¿qué debe hacer el personal de acuerdo con la NMX-J-088-ANCE-2006 para garantizar la seguridad eléctrica?

a) Reemplazar los fusibles de los equipos eléctricos de forma periódica
b) Realizar un mantenimiento preventivo y monitorear las partes eléctricas de los equipos
c) Usar equipos con cables expuestos solo en situaciones de emergencia
d) Desconectar siempre los equipos eléctricos antes de usarlos

5.- ¿Qué establece la norma NMX-Q-116-SCFI-2004 en relación con la calidad del aire en los laboratorios?

a) Los laboratorios deben tener un sistema de ventilación adecuado para evitar la acumulación de gases peligrosos
b) No es necesario controlar la calidad del aire si no se usan productos químicos
c) Se deben usar mascarillas siempre que se entre en el laboratorio
d) La calidad del aire debe monitorearse solo cuando se realicen prácticas con animales

6.- Según la norma NMX-K-102-NYCE-2007, ¿qué tipo de situaciones de emergencia debe contemplar un laboratorio escolar?

a) Solo accidentes con equipos eléctricos
b) Solo incendios
c) Accidentes químicos, incendios, y evacuación en caso de emergencia
d) Ninguna, ya que las emergencias no son frecuentes en laboratorios escolares

7.- ¿Cuál es la finalidad principal de la norma NMX-R-026-SCFI-2016 en el contexto de un laboratorio escolar?

a) Regular el uso de sustancias peligrosas
b) Promover un ambiente libre de discriminación y con igualdad de oportunidades para todos los estudiantes y personal
c) Establecer normas para la calidad del agua
d) Regular el uso de equipos de seguridad personal

8.- Por qué es esencial realizar un mantenimiento regular a los extintores según la NMX-H-004-SCFI-2008?

a) Para asegurar que los extintores estén recargados para su uso en caso de emergencia
b) Para verificar que estén completamente llenos de agua
c) Para evitar la acumulación de polvo
d) Para asegurarse de que no haya daños estéticos

9.- ¿Qué tipo de documentación es recomendable que un laboratorio escolar mantenga según la norma NMX-EC-17026-IMNC-2013?

a) Un inventario de todas las muestras de laboratorio
b) Registros detallados sobre los ensayos realizados, el equipo usado y los resultados obtenidos
c) Solo el horario de entrada y salida de los estudiantes
d) Listas de todos los productos químicos utilizados, sin necesidad de registro de las prácticas



Anexo 9. Protocolo de Seguridad y Protección Civil



Universidad Autónoma
del Estado de México

PROTOCOLOS

DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIVIL DE LA UAEMéx

DIRECCIÓN DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN UNIVERSITARIA
- DSPU -

SR



#SOMOS
UAEMéx

ADMINISTRACIÓN
UNIVERSITARIA
2021-2025



Anexo 10. Plan de Protección Civil Incluyentes



Universidad Autónoma
del Estado de México

PLAN DE PROTECCIÓN CIVIL INCLUYENTE

PERSONAS CON DISCAPACIDAD, ADULTOS MAYORES Y
MUJERES EN CONDICIÓN DE EMBARAZO

ACCIONES DE PREVENCIÓN Y CONDICIONES DE SEGURIDAD
EN MATERIA DE PROTECCIÓN CIVIL EN SITUACIÓN DE
EMERGENCIA O DESASTRE

DSPU Dirección de Seguridad y Protección Universitaria

SR



SOMOS
UAEMéx

ADMINISTRACIÓN
UNIVERSITARIA
2021-2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

Anexo 11. Manual Para el Manejo de Residuos Peligrosos Generados en la UAEMéx



Dra. en E. Lidia Sandoval Flores
Q. Sergio Cruz Martínez
M. en S.H.O. Esther Gómora Torres

Actualización 2019
Toluca, México, febrero de 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Anexo 12. Línea del Tiempo de Seguridad y Calidad en laboratorios

Año	Evento	Impacto
1800s	Primeras Regulaciones de Seguridad en Laboratorios	Se establecen medidas básicas de ventilación y uso de equipos de protección en laboratorios químicos.
1906	Fundación de la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) en EE.UU. Pure Food and Drug Act (EE.UU.)	Primeras regulaciones de seguridad laboral en industrias, incluyendo laboratorios. Primera ley que regula la seguridad en el manejo de sustancias químicas para consumo humano.
1947	Publicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (GMP). Fundación de la ISO (Organización Internacional de Normalización)	Establece lineamientos para garantizar la calidad y seguridad en procesos industriales y de laboratorio. Organización encargada de establecer estándares internacionales, incluyendo los relacionados con laboratorios.
1970	Creación de la OSHA (Occupational Safety and Health Administration, EE.UU.)	Organismo encargado de regular la seguridad en el trabajo, incluyendo laboratorios.
1979	Creación de la ISO/IEC 17025 (anteriormente ISO/IEC Guide 25)	Norma internacional para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.
1986	Publicación de la norma ISO/IEC 17025	Norma internacional que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
1989	Implementación de la norma NOM-017-STPS-1989	Regulación sobre el uso de equipo de protección personal (EPP) en ambientes de trabajo, incluyendo laboratorios.
1999	Publicación de la norma ISO 17025:1999 . ISO 9001 (Calidad)	Un enfoque más amplio en calidad y competencia técnica. Norma para la gestión de calidad aplicable a cualquier organización, incluidos laboratorios.
2000	Implementación de la NOM-026-STPS-1998	Señalización y etiquetado de sustancias químicas peligrosas en laboratorios.
2005	Actualización de la ISO/IEC 17025	Introduce nuevos requisitos de gestión y control de calidad para laboratorios.
2015	ISO 9001:2015	Actualización con enfoque en la gestión de riesgos y mejora continua.
2018	Versión actualizada de la ISO/IEC 17025:2017	Enfoque en la gestión basada en riesgos, imparcialidad y confidencialidad.
2020	Publicación de la NOM-005-STPS-2017	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
2021	NOM-005-STPS-2021	Norma de Seguridad e Higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo en México.
2022	Aplicación de la ISO 45001:2018 en laboratorios	Gestión de seguridad y salud ocupacional con un enfoque preventivo y continuo.
Actualidad	Elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Seguridad y Calidad en los procesos de los laboratorios de la Facultad de Química Unidad Cerrillo UAEMéx.	Programas que aseguran la calidad, trazabilidad y seguridad en los procesos de laboratorios escolares.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

Anexo 13. Encuesta para estudiantes, personal de laboratorio y docentes

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA	F-ENC-001 FECHA: 11/09/2025
ENCUESTA PARA LABORATORIOS ESCOLARES		
Nombre de la Escuela: "Conocimiento de NOM's 005, 017, 018, 025 de la		
Nombre del Laboratorio: _____		
Nombre Entrevistado: _____		
Ubicación del laboratorio: _____		
1. Sección A: NOM-005-STPS-1998 (Reactivos y sustancias químicas)		
CRITERIO	Cumple SI NO	OBSERVACIONES o COMENTARIOS
1. ¿Existen inventarios actualizados de los reactivos y sustancias químicas almacenadas en los		
2. ¿Se almacenan las sustancias químicas de acuerdo con su compatibilidad (ácidos, bases, inflamables, etc.)?		
3. ¿Se cuenta con ventilación adecuada en las áreas de almacenamiento de reactivos?		
4. ¿Hay procedimientos establecidos para la manipulación y traslado de sustancias químicas?		
5. ¿Se dispone de equipo contra incendios cercano a las áreas de almacenamiento de sustancias		
6. ¿El personal* recibe capacitación sobre el manejo seguro de sustancias químicas peligrosas?		
* Docentes, Personal Administrativo, Estudiantes		
2. Sección B: NOM-018-STPS-2015 (Identificación y comunicación de riesgos)		
CRITERIO	Cumple SI NO	OBSERVACIONES
1. ¿Todos los envases de reactivos cuentan con etiquetas con pictogramas de riesgo?		
2. ¿Se utilizan hojas de datos de seguridad (HDS) para cada reactivo almacenado en el laboratorio? Actualizados y Disponibles		
3. ¿Las etiquetas incluyen información en español y cumplen con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA)?		
4. ¿Los estudiantes y el personal conocen el significado de los colores y símbolos de riesgo en el laboratorio?		
5. ¿Se revisan periódicamente las etiquetas y hojas de seguridad para verificar que estén actualizadas?		
6. ¿Existen señalamientos visibles que indiquen riesgos químicos en áreas específicas del		
Encuesta de Normas		



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

F-ENC-001

FECHA:
11/09/2025

3. Sección C: NOM-017-STPS-2008 (Equipo de protección personal - EPP)

CRITERIO	Cumple		OBSERVACIONES
	SI	NO	
1. ¿El personal y estudiantes cuentan con bata de laboratorio en buenas condiciones?			
2. ¿Se utilizan guantes adecuados dependiendo del tipo de sustancia manipulada (látex, nitrilo, neopreno)?			
3. ¿El laboratorio proporciona la información de la importancia de usar lentes de seguridad para prácticas?			
4. ¿El uso de cubrebocas o mascarillas está definido en prácticas con polvos, vapores o gases?			
5. ¿El EPP es inspeccionado regularmente para verificar que esté en condiciones óptimas?			
6. ¿Se capacita a los estudiantes sobre el uso correcto del equipo de protección personal?			

4. Sección D: NOM-025-STPS-2008 (Iluminación en los laboratorios)

CRITERIO	Cumple		OBSERVACIONES
	SI	NO	
1. ¿El laboratorio cuenta con iluminación suficiente para realizar prácticas de forma segura?			
2. ¿Las áreas de microscopía y detalle fino tienen niveles de iluminación adecuados?			
3. ¿Existen lámparas de emergencia en caso de falla eléctrica en el laboratorio?			
4. ¿La iluminación en áreas de almacenamiento de reactivos es la adecuada para identificar etiquetas?			
5. ¿Se realizan mediciones periódicas de los niveles de iluminación en el laboratorio?			
6. ¿Los responsables del laboratorio han reportado o corregido fallas en la iluminación a tiempo?			

OBJETIVO DE LA ENCUESTA

Objetivo de la Entrevista: Evaluar el grado de cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de la STPS (**NOM-005-STPS-1998, NOM-018-STPS-2015, NOM-017-STPS-2008 y NOM-025-STPS-2008**) en los laboratorios escolares de la Unidad Cerrillo de la UAEMéx, con respecto al manejo de reactivos, uso de equipos e insumos, y condiciones de iluminación; con el fin de identificar fortalezas, áreas de oportunidad y proponer medidas de mejora en materia de seguridad y calidad.

Encuesta de Normas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

Anexo 14. Formato de Auditoría Interna

		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE QUÍMICA	
CHECKLIST DE AUDITORÍA PARA LABORATORIOS ESCOLARES			
Nombre del Auditor: _____		FECHA: / /	
Nombre del Laboratorio: _____			
Ubicación del laboratorio: _____			
Objetivo de la Auditoría: _____			
1. Competencia de laboratorios de ensayo y calibración. (NMX-EC-17025-IMNC)			
CRITERIO	Cumple SI NO	OBSERVACIONES	
1.1.-Se han definido claramente las responsabilidades y la autoridad del laboratorio	☐ ☐		
1.2.-Los equipos de medición y prueba están debidamente calibrados y verificados	☐ ☐		
1.3.- Existe un plan documentado para el mantenimiento y verificación de los equipos	☐ ☐		
1.4.- Se han documentado y comunicado las políticas de calidad y objetivos del laboratorio	☐ ☐		
2. Seguridad en el Manejo de Sustancias Químicas (NOM-018-STPS-2015)			
CRITERIO	Cumple SI NO	OBSERVACIONES	
2.1.-Existe un inventario actualizado de sustancias químicas.	☐ ☐		
2.2.- Las sustancias cuentan con etiquetas claras y actualizadas.	☐ ☐		
2.3.-Se dispone de Hojas de Datos de Seguridad (HDS) accesibles.	☐ ☐		
2.4.-Se cuenta con procedimientos para el manejo y almacenamiento seguro.	☐ ☐		
2.5.-Se capacita al personal en el uso de sustancias peligrosas.	☐ ☐		
3. Equipos de Protección Personal (NOM-017-STPS-2008)			
CRITERIO	Cumple SI NO	OBSERVACIONES	
3.1.-Se realiza un análisis de riesgos para definir el EPP necesario.	☐ ☐		
3.2.-El personal y los estudiantes utilizan el EPP adecuado.	☐ ☐		
3.3.-El EPP está en buenas condiciones y se renueva periódicamente.	☐ ☐		
3.4.-Se capacita a los usuarios en el uso y mantenimiento del EPP.	☐ ☐		
		Auditoría Interna	



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

4. Seguridad en Instalaciones Eléctricas (NOM-022-STPS-2015)

CRITERIO	Cumple		OBSERVACIONES
	SI	NO	
4.1.-Se identifican y señalizan áreas con riesgo de electricidad estática.			
4.2.-Se usan dispositivos de conexión a tierra donde sea necesario.			
4.3.-Se cuenta con un programa de revisión y mantenimiento eléctrico.			
4.4.-Se ha capacitado al personal sobre riesgos eléctricos.			

5. Gestión de Residuos Peligrosos (NOM-052-SEMARNAT-2005)

CRITERIO	Cumple		OBSERVACIONES
	SI	NO	
5.1.-Se identifican y separan correctamente los residuos peligrosos.			
5.2.-Se dispone de contenedores adecuados y etiquetados para los residuos.			
5.3.-Existen procedimientos para el almacenamiento temporal de residuos.			
5.4.-Se lleva un registro de generación y disposición de residuos.			
5.5.-Se ha capacitado al personal sobre gestión de residuos peligrosos			

6.-Residuos Peligrosos biológicos-infecciosos (RPBI) NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

CRITERIO	Cumple		OBSERVACIONES
	SI	NO	
6.1.-¿Se cuenta con un procedimiento documentado para la clasificación de RPBI?			
6.2.-Se etiquetan correctamente los contenedores de RPBI			
6.3.-¿El almacenamiento temporal cumple con las condiciones de seguridad requeridas?			
6.4.-Se cuenta con un plan de recolección de RPBI por una empresa autorizada			
6.5.-Existen registros de recolección y disposición final de RPBI			
6.6.-¿Se cumplen los tiempos de almacenamiento recomendados por la norma?			

Auditoría Interna



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

7. Control de Documentos y Registros (NMX-CC-9001-IMNC-2015)

CRITERIO	Cumple		OBSERVACIONES
	SI	NO	
7.1.-Se cuenta con manuales y procedimientos documentados.			
7.2.-Existe un control de versiones para documentos importantes.			
7.3.-Se mantienen registros de auditorías internas y externas.			
7.4.-Se asegura que los documentos sean accesibles y legibles.			
7.5.-Se han implementado acciones correctivas cuando es necesario			

8. Seguridad y salud en el trabajo (NMX-SAST-45001-IMNC-2018)

CRITERIO	Cumple		OBSERVACIONES
	SI	NO	
8.1.-Cómo se asignan y comunican los roles, responsabilidades y autoridades en la organización			
8.2.-Cómo se gestiona la toma de conciencia sobre la SST dentro de la organización?			
8.3.-Existen procesos documentados para eliminar peligros y reducir riesgos de SST.			
8.4.-Cuenta la organización con planes de preparación y respuesta ante emergencias.			
8.5.-Cómo se determinan e implementan las acciones correctivas ante incidentes o no			
8.6.-Qué mecanismos existen para garantizar la mejora continua del sistema de gestión de la SST.			

* SST: Seguridad y Salud en el Trabajo

9. Manejo y almacenamiento de sustancias químicas (NOM-005-STPS-1998)

CRITERIO	Cumple		OBSERVACIONES
	SI	NO	
9.1.-Se cuenta con procedimientos escritos para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.			
9.2.-Se dispone de regaderas, lavajos, neutralizadores e inhibidores en zonas de riesgo.			
9.3.-Existe un manual de primeros auxilios actualizado			
9.4.-Se realizan capacitaciones en seguridad e higiene para los trabajadores de laboratorio, docentes y alumnos.			

Auditoría Interna



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

Resultados y Recomendaciones

Hallazgos positivos:

Áreas de mejora:

Acciones correctivas sugeridas:

Nombre y Firma del Auditor

Nombre y Firma del Responsable del Laboratorio

Auditoria Interna