



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE
ACUERDO A LA NORMA ISO 14001:2004 COMO HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN
AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE FÍSICOQUÍMICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

América Salomé González Rivera

Asesorado por la Dra. Casta Petrona Zeceña Zeceña

Coasesorado por la Inga. Sonia Solis

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE
ACUERDO A LA NORMA ISO 14001:2004 COMO HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN
AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

AMÉRICA SALOMÉ GONZÁLEZ RIVERA
ASESORADO POR LA DRA. CASTA PETRONA ZECEÑA ZECEÑA
COASESORADO POR LA INGA. SONIA SOLIS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Dra. Casta Petrona Zeceña Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Otto Raúl De León de Paz
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE ACUERDO A LA NORMA ISO 14001:2004 COMO HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 17 de noviembre de 2010.


América Salomé González Rivera

Guatemala, 23 de febrero de 2012

Ingeniero químico
Williams Álvarez Mejía
Director de la Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Le saludo cordialmente, haciendo constar que apruebo el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado: "DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE ACUERDO A LA NORMA ISO 14001:2004 COMO HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" que fue elaborado por la investigadora América Salomé González Rivera.

Atentamente,


Inga. Casta Petrona Zeceña Zeceña
Coordinadora Área Ambiental



Guatemala, 23 de febrero de 2012

Ingeniero químico
Williams Álvarez Mejía
Director de la Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Le saludo cordialmente, haciendo constar que apruebo el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado: "DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE ACUERDO A LA NORMA ISO 14001:2004 COMO HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" que fue elaborado por la investigadora América Salomé González Rivera.

Atentamente,



Inga. Sonia Solis
Coasesora del trabajo de graduación
Consultora ambiental

SONIA SOLIS
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO N.º 2025



Guatemala, 18 de abril de 2012
Ref. EI.Q.TG-IF.020.2012

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-076-2010-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **América Salomé González Rivera**

Identificada con número de carné: **2006-11005**

Previo a optar al título de INGENIERA QUÍMICA.

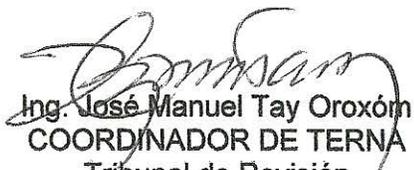
Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE ACUERDO A LA NORMA ISO 14001-2004 COMO HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera: **Casta Zeceña Zeceña**

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

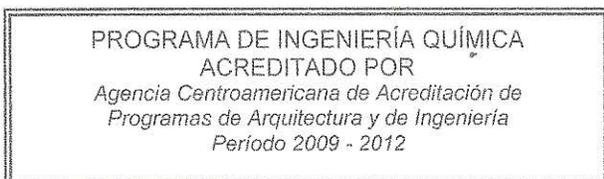
"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. José Manuel Tay Oroxón
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



ESCUELA DE
INGENIERIA QUIMICA

C.c.: archivo





El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **AMÉRICA SALOMÉ GONZÁLEZ RIVERA** titulado: **"DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE ACUERDO A LA NORMA ISO 14001:2004 COMO HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE FÍSICOQUÍMICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



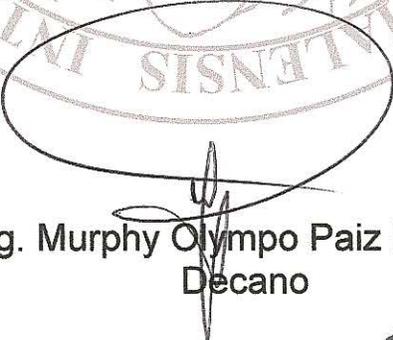
Guatemala, octubre de 2012

Cc: Archivo
VMMV/ale



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE ACUERDO A LA NORMA ISO 14001:2004 COMO HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE FISIQUÍMICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **América Salomé González Rivera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

**Dios y nuestra Santa
Madre María**

Por ser la razón de toda mi alegría y mi mayor ejemplo.

Mis padres

Por educarme en valores y confiar siempre en mí, apoyándome en mis decisiones.

Mis hermanos

Por estar siempre disponibles a servir con sus múltiples talentos.

Mis abuelitos

Por su ejemplo de vida.

Mis tíos y primos

Por contagiarme con su energía y cariño.

**Mis amigos del
colegio, trabajo,
universidad y la vida**

Por escucharme, confiar en mí y permanecer fieles a pesar de la distancia.

Mis profesores

Que desde muy pequeña me han guiado para descubrir el potencial que hay en mí.

**La Fraternidad
Internacional
Católica Misionera
Verbum Dei**

Por permitirme formar parte de una comunidad con un carisma tan especial y porque las formaciones en valores junto a la dirección espiritual me permiten crecer integralmente.

AGRADECIMIENTOS A:

**Mis asesoras y
padrino**

Por su dedicación y motivación.

**Laboratorio de
Fisicoquímica de la
Universidad de San
Carlos**

Por el apoyo de sus miembros para elaborar la propuesta del Sistema de Gestión Ambiental.

**Programa de
Excelencia
Ambiental y Laboral
para CAFTA-DR de
la Agencia de
los Estados Unidos
para el
Desarrollo
Internacional**

Por todos los cursos y la experiencia obtenida.

**Centro Guatemalteco
de Producción Más
Limpia**

Por permitirme iniciar mi vida profesional en el campo de la optimización industrial, como instrumento para procurar el desarrollo sostenible.

**Cementos Progreso,
S.A.**

Por su confianza para servirles como
profesional de la ingeniería.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS/HIPÓTESIS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ANTECEDENTES.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Historia de la educación ambiental.....	9
2.1.1. Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano.....	9
2.1.2. Carta de Belgrado.....	11
2.1.3. Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental de Tbilisi.....	11
2.1.4. Reporte Brundtland.....	12
2.1.5. Magna Charta Universitatum.....	13
2.1.6. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo.....	13
2.1.7. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.....	15
2.1.8. Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible.....	16

2.1.9.	Congresos Iberoamericanos de Educación Ambiental y la Oficina de Educación Iberoamericana.....	17
2.1.10.	Proclamación de la Década de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible.....	19
2.1.11.	Capítulo 17 del Tratado de Libre Comercio República Dominicana – Centroamérica –Estados Unidos	19
2.2.	Importancia del tema ambiental en Guatemala.....	21
2.2.1.	Constitución Política de la República de Guatemala.....	21
2.2.2.	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	22
2.2.3.	Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	23
2.2.4.	Ley de Fomento de la Educación Ambiental	24
2.2.5.	Política Nacional de Cambio Climático.....	24
2.2.6.	Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental	25
2.2.7.	Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos	25
2.3.	Sistemas de Gestión Ambiental	26
2.3.1.	Sistema	26
2.3.2.	Administración y gestión.....	27
2.3.3.	Sistema de Gestión Ambiental	27
2.3.4.	Sistema de Gestión Ambiental de la Norma ISO 14001:2004	28
2.3.5.	Laboratorio de Fisicoquímica	29

3.	DISEÑO METODOLÓGICO	33
3.1.	Variables	33
3.1.1.	Variable independiente: Desarrollo de un Sistema de Gestión Ambiental según la Norma ISO 14001:2004.....	33
3.1.2.	Variable dependiente: educación ambiental de los estudiantes del Laboratorio de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala	34
3.2.	Delimitación del campo de estudio	34
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	35
3.3.1.	Investigadora principal del desarrollo del SGA ISO 14001:2004.....	35
3.3.2.	Consultora de implementación del SGA ISO 14001:2004.....	35
3.3.3.	Asesora de la investigación	35
3.3.4.	Coasesora de la investigación	35
3.3.5.	Director de la Escuela de Ingeniería Química.....	35
3.3.6.	Catedrática del curso Seminario de Investigación y coordinadora del área de Calidad, Investigación y Vinculación de la Escuela de Ingeniería Química	36
3.3.7.	Alta dirección en el desarrollo de la propuesta del SGA ISO 14001:2004	36
3.3.8.	Representante de la alta dirección en la implementación del SGA ISO 14001:2004	36
3.3.9.	Coordinador del comité implementador del SGA ISO 14001:2004.....	37
3.3.10.	Miembros del comité implementador del SGA ISO 14001:2004.....	37

3.4.	Recursos materiales disponibles.....	37
3.5.	Técnica	38
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	38
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información ..	39
3.8.	Análisis estadístico.....	39
3.9.	Plan de análisis de los resultados	39
4.	RESULTADOS.....	41
4.1.	Descripción del Laboratorio de Fisicoquímica previo al desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004	41
4.1.1.	Definición de “Sistema de Gestión Ambiental”	41
4.1.2.	Conciencia de la necesidad de contar con una política ambiental en el Laboratorio de Fisicoquímica y capacidad para proponer una.....	44
4.1.3.	Capacidad de los estudiantes para identificar Aspectos Ambientales Significativos y sus respectivos impactos ambientales.....	45
4.1.4.	Conciencia de los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental	45
4.1.5.	Desarrollo de aptitudes para resolver problemas ambientales	46
4.1.6.	Impulso de actitudes de participación activa en la investigación y evaluación de problemas ambientales en busca de la protección y mejoramiento del ambiente	46
4.2.	Descripción del Laboratorio de Fisicoquímica posterior al desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004	47

4.2.1.	Definición de “Sistema de Gestión Ambiental”.....	48
4.2.2.	Conocimiento de la política ambiental propuesta	48
4.2.3.	Conocimiento de los aspectos ambientales significativos y sus respectivos impactos ambientales (reales o potenciales) por parte de los estudiantes.....	50
4.2.4.	Conciencia de los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental.....	50
4.2.5.	Desarrollo de aptitudes para resolver problemas ambientales	51
4.2.6.	Impulso de actitudes de participación activa en la en la investigación y evaluación de problemas ambientales, en busca de la protección y mejoramiento del ambiente.....	53
4.3.	Descripción de la documentación del Sistema de Gestión Ambiental propuesto.....	55
4.3.1.	Desarrollo de una propuesta de política ambiental ...	55
4.3.2.	Desarrollo de una metodología para identificar aspectos e impactos ambientales.....	56
4.3.3.	Desarrollo de procedimientos que aseguren la eficiencia en la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos	59
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	61
5.1.	Proponer una política ambiental en el Laboratorio de Fisicoquímica.....	61
5.2.	Desarrollar una metodología para identificar aspectos e impactos ambientales y procedimientos que aseguren	

la eficiencia en la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos	62
5.3. Desarrollar en los miembros aptitudes para resolver problemas ambientales	67
5.4. Impulsar en los miembros actitudes de participación activa en la investigación y evaluación de problemas ambientales en busca de la protección y mejoramiento del ambiente.....	68
5.5. Concientizar a los miembros para que se percaten del impacto que pueden producir al ambiente	68
5.6. Aprovechar los recursos económicos otorgados por una agencia internacional de tal forma que se pueda mejorar el desempeño ambiental de la organización de forma económicamente sostenible	69
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA.....	75
APÉNDICES.....	79
ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Porcentaje de alumnos que consideran conocer la definición de “Sistema de Gestión Ambiental”.....	48
2.	Interés en una política ambiental y conocimiento de la política propuesta	49
3.	Conciencia de los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental	51
4.	Desarrollo de aptitudes para resolver problemas ambientales	52
5.	Impulso de actitudes de participación activa en la investigación y evaluación de problemas ambientales en busca de la protección y mejoramiento del ambiente.....	53
6.	Residuos clasificados del Laboratorio de Físicoquímica	65
7.	Guía publicada en el Laboratorio de Físicoquímica para clasificar y separar residuos por grupos	66
8.	Material recolectado para reciclaje	67

TABLAS

I.	Formato para operaciones del Laboratorio de Físicoquímica.....	57
II.	Formato para tabla LFQAASGA.....	57
III.	Formato para tabla LFQAASGA incluyendo requisitos legales y otros requisitos.....	59

GLOSARIO

Acción correctiva	Acción que realiza la organización para eliminar la causa de una no conformidad.
Ambiente	Entorno sobre el cual una organización tiene impacto, incluyendo el aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y sus interrelaciones.
Aspectos ambientales	Elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden crear un impacto en el entorno.
Aspectos ambientales significativos	Aspectos ambientales de la organización que se consideran más críticos, con base a los cuales se definen planes de acción para reducir su impacto ambiental negativo o aumentar su impacto ambiental positivo.
Auditoría ambiental	Proceso planificado que verifica el cumplimiento de la política ambiental de la organización.
Comité implementador	Grupo de miembros de la organización encargados de planificar e implementar el sistema de gestión ambiental de una organización.

Educación Ambiental	Proceso por medio del cual se adquiere conciencia y habilidades para actuar en la solución de problemas ambientales presentes y futuros.
Impacto ambiental	Alteración positiva o negativa que se hace al ambiente.
Indicador ambiental	Expresión numérica, registro o algún otro parámetro que la organización establezca, para verificar el cumplimiento progresivo de sus metas ambientales.
Mejora continua	Proceso cíclico de optimización de los procesos que realiza una organización. Consiste en planificar, hacer, verificar y actuar para mejorar el desempeño.
Meta ambiental	Descripción detallada de los resultados que se buscan para cumplir con los objetivos ambientales.
No conformidad	Incumplimiento de un requisito de las normas o compromisos a los que la organización se suscriba. Se detecta generalmente en las auditorías.
Objetivo ambiental	Fin ambiental general vinculado con el cumplimiento de la política ambiental.

Política ambiental	Documento público elaborado por la alta dirección de la organización. Contiene su compromiso con la mejora continua, prevención de la contaminación, cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos relacionados con sus impactos ambientales.
Programa ambiental	Listado de las acciones específicas que incluyen al personal responsable y los insumos necesarios para alcanzar las metas ambientales.
Registro	Documento que evidencia los resultados obtenidos por la organización.
Sistema de Gestión Ambiental	Parte de la gestión de una organización que identifica los aspectos ambientales significativos de la misma y planifica acciones para reducir los impactos ambientales negativos, basándose en un proceso de mejora continua.

RESUMEN

Analizando las necesidades de la Escuela de Ingeniería Química, se detectó la ausencia de herramientas de educación ambiental. Con el fin de iniciar un proyecto piloto en la Facultad de Ingeniería, se desarrolló una propuesta de Sistema de Gestión Ambiental según la Norma ISO 14001:2004 en el Laboratorio de Fisicoquímica.

Las características docentes de la organización implicaron el desarrollo de una metodología de identificación de aspectos ambientales acordes a su naturaleza, basada en el mapeo de los procesos.

Aprovechando los recursos otorgados por una agencia internacional, se fortalecieron las capacidades de los miembros del comité encargado del desarrollo de la propuesta, quienes transmitieron su consciencia y conocimientos ambientales a los estudiantes.

Se utilizaron cuestionarios, entrevistas, documentos del SGA propuesto y fotografías para describir las condiciones del laboratorio antes, durante y después de la elaboración de la propuesta del SGA.

Se obtuvo evidencia suficiente para asegurar que el desarrollo de la propuesta funciona como herramienta de educación ambiental para los estudiantes cuando se implementan algunas prácticas ambientales, en las que se involucran activamente los estudiantes tales como el manejo de desechos en este caso.

OBJETIVOS

General

Proponer la metodología de desarrollo de un Sistema de Gestión Ambiental según la Norma ISO 14001:2004 en el Laboratorio de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que funcione como herramienta de educación ambiental.

Específicos

1. Proponer una política ambiental para el Laboratorio de Físicoquímica.
2. Desarrollar una metodología para identificar aspectos e impactos ambientales y procedimientos que aseguren la eficiencia en la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos.
3. Desarrollar en 127 estudiantes del Laboratorio de Físicoquímica aptitudes para resolver problemas ambientales.
4. Impulsar en 127 estudiantes del Laboratorio de Físicoquímica actitudes de participación activa en la investigación y evaluación de problemas ambientales en busca de la protección y mejoramiento del ambiente.
5. Concientizar a 127 estudiantes y 5 docentes del Laboratorio de Físicoquímica para que se percaten del impacto que pueden producir al ambiente.

6. Aprovechar los recursos económicos otorgados por una agencia internacional, de tal forma que se pueda mejorar el desempeño ambiental de la organización de forma económicamente sostenible.

HIPÓTESIS

“El desarrollo de una propuesta de Sistema de Gestión Ambiental de acuerdo con la Norma ISO 14001: 2004, funciona como herramienta de educación ambiental para los estudiantes del Laboratorio de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala”.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la gestión ambiental ha cobrado importancia ante la búsqueda del desarrollo sostenible por lo que es un tema que debe ser parte de la formación universitaria. Para iniciar este proceso de educación ambiental, se elaboró una propuesta de sistema de gestión ambiental en un laboratorio. Un Sistema de Gestión Ambiental, SGA, pretende principalmente desarrollar conciencia ambiental en los miembros de la organización, lo cual se comprobó a través de cuestionarios y observaciones sobre la reducción de los impactos ambientales negativos al ambiente.

Un SGA es un mecanismo voluntario para mejorar el desempeño ambiental que el laboratorio incluyó como parte de su gestión. La propuesta de sistema de gestión ambiental fue elaborada por un comité implementador conformado por cuatro miembros de la organización, asistidos por dos consultoras.

La documentación generada incluye: política, objetivos, metas y programas ambientales; procedimientos de identificación y evaluación de aspectos ambientales, de identificación de requisitos aplicables, de capacitación, entrenamiento y sensibilización, de comunicación, control de documentos, de gestión de las no conformidades, y toma de acciones correctivas y preventivas, de auditorías internas, de evaluación del cumplimiento, de preparación y respuesta ante emergencias, y de medición y seguimiento, además de formatos para los registros.

Se comprobó que los estudiantes habían iniciado un proceso de educación ambiental debido a que manejan conceptos relacionados con SGA, conocen algunos de los aspectos e impactos ambientales del laboratorio, están conscientes de los beneficios de un mejor desempeño ambiental y adquirieron habilidades para resolver algunos problemas ambientales a nivel laboratorio.

Los beneficios obtenidos en los miembros del laboratorio se dieron gracias a la implementación de algunas prácticas ambientales entre las que destacan la modificación de los procedimientos experimentales y las mejoras en el manejo de reactivos y desechos.

1. ANTECEDENTES

Estados Unidos de América es el mayor socio comercial de Guatemala, recibiendo el 41.69% de sus exportaciones en el 2009. Con el objetivo de mejorar esta relación, surgió el Tratado de Libre Comercio (TLC). El TLC es un acuerdo que busca facilitar el comercio a través de normas mutuamente acordadas, claras y estables, que crean derechos y obligaciones de mutuo beneficio. Se consideró que los productos o servicios puedan venderse fácilmente entre los países signatarios.

Libre comercio significa eliminar barreras arancelarias y no arancelarias para facilitar el comercio entre países. Las barreras arancelarias son los impuestos a la importación y las barreras no arancelarias son dificultades u obstáculos que pueden ser requerimientos técnicos, de etiquetado y de empaque, por ejemplo.

El 5 de agosto de 2004, Estados Unidos de América firmó el Tratado de Libre Comercio Centro América-Estados Unidos-República Dominicana (CAFTA-DR). El tratado fue ratificado por cinco países de América Central (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica) y República Dominicana. El CAFTA-DR es el primer tratado de libre comercio que Estados Unidos firmó con un grupo de pequeñas economías en desarrollo. El CAFTA-DR entró en vigencia en Guatemala, el 1 de julio de 2006.

El CAFTA-DR en su capítulo 16 trata temas laborales, mostrando que se busca reconocer los derechos de los trabajadores y aplicar las leyes laborales de cada país.

El capítulo 17 se refiere a asuntos ambientales, exponiendo cómo las partes reconocen la importancia de proteger, mejorar y conservar el ambiente.

La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), ha suscrito con la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) un Acuerdo de Cooperación para apoyar a los países de la región, en el cumplimiento de los compromisos ambientales derivados del CAFTA-DR.

El Programa de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) de Excelencia Ambiental y Laboral para CAFTA-DR, conocido como el Programa ELE CAFTA-DR, apoya los países de Centroamérica y República Dominicana en el cumplimiento de los compromisos ambientales y laborales asumidos en el CAFTA-DR. El programa posee tres componentes:

- Fortalecimiento institucional para la efectiva aplicación y ejecución de las leyes medioambientales.
- Mejoramiento en el desempeño ambiental del sector privado.
- Promoción de alianzas privadas para la adopción de estándares ambientales y laborales.

A través de estas actividades, el Programa ELE CAFTA-DR promueve la implementación de sistemas de gestión ambiental en las empresas de la región. En tal sentido, el Programa ELE CAFTA-DR coordinó el proyecto “Desarrollo de Capacidades para Uso y Evaluación de Sistemas de Gestión Ambiental, 2009-2010”.

El ingeniero Murphy Paiz, decano de la Facultad de Ingeniería, firmó en noviembre de 2009 el compromiso para implementar un Sistema de Gestión Ambiental bajo la Norma ISO 14001:2004, en el Laboratorio de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Del 12 al 15 de octubre de 2009, se capacitó a una consultora y a una estudiante-investigadora de ingeniería química (María Alejandra Má y América González, respectivamente) en Sistemas de Gestión Ambiental que el Programa ELE CAFTA-DR designó para desarrollar el SGA en el Laboratorio de Físicoquímica, junto a dos miembros del Laboratorio de Físicoquímica que recibieron tres capacitaciones.

Los talleres de capacitación se llevaron a cabo desde diciembre 2009 hasta mayo 2010. En este lapso de tiempo, las dos consultoras y los cuatro miembros del comité implementador del SGA desarrollaron la documentación del SGA para el laboratorio, siguiendo las indicaciones de los talleres, reuniéndose en promedio dos veces por semana durante 27 semanas. Para comprobar que la documentación del Sistema de Gestión Ambiental propuesto cumplía con la norma ISO 14001:2004, el 16 de junio de 2010 se realizó una auditoría por parte del programa ELE CAFTA-DR.

Una importante motivación de la implementación del Sistema de Gestión Ambiental en el Laboratorio de Físicoquímica es que el 4 de noviembre de 2009, se celebró una carta de entendimiento entre el Programa de USAID de Excelencia Laboral y Ambiental, para CAFTA-DR y la Facultad de Ingeniería, para la incorporación de la temática de producción más limpia y sistemas de gestión ambiental en las redes curriculares de pregrado de la Facultad de Ingeniería.

Las universidades tienen un rol importante en la Gestión Ambiental. Históricamente, han adquirido el desarrollo sostenible y la necesidad de educación ambiental desde la Declaración de Estocolmo (1972) hasta la Cuarta Conferencia Internacional de Educación Ecológica en Achmedabad (2007), la Mesa Redonda de Educación en Bali (2007) y la Conferencia de Cambio Climático en Poznań (2008).¹

La educación es una herramienta para conseguir un desarrollo sostenible, especialmente en los países en desarrollo. Se recomienda empezar por convertir las universidades en “edificios verdes”, acción que además de reducir los impactos negativos al ambiente, mejora la imagen de la universidad. Se entiende por edificio verde una instalación que reduce el desperdicio y optimiza el uso de los recursos.

Existen diversos tipos de actividades para convertirse en una universidad verde que van desde reciclaje, uso de materiales alternativos y reducción del desperdicio, hasta la investigación y la reorganización de las instituciones. Universidades verdes en Canadá, Estados Unidos de América, Europa y Polonia son ejemplos de gestión y educación ambiental superiores.

En el norte de Sudáfrica, se implementaron Sistemas de Gestión Ambiental en 39 escuelas primarias, dos años después de haber implementado SGA en el currículo y en la gestión de las escuelas, el 100% de las mismas presentaron resultados positivos en cuanto al manejo de los residuos; 76% de las escuelas obtuvieron buenos resultados en el uso eficiente del agua; 64% de

¹ MIKULIK, J. & BABINA, M. 2009. The Role of Universities in Environmental Management. Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 18 No.4. P. 527.

² HENS, LUC et AL. Performance of newly implemented Environmental Management Systems in primary schools in South Africa. Journal of Environmental Management, Vol. 91 No.4. P. 906.

las escuelas presentaron acciones para hacerlas más ecológicas y solo el 24% fueron eficientes en el uso de la energía. ²

Es decir que en estos casos, la introducción de los SGA logró una mejora del rendimiento medioambiental global de las escuelas, pero las actividades de alto costo fueron menos exitosas.

Otro caso exitoso de gestión ambiental se presentó en Grecia, donde una industria química adoptó voluntariamente un “Programa de Cuidado Responsable” (PCR) para garantizar la protección del medio ambiente, salud y seguridad de las comunidades aledañas.

Un programa de cuidado responsable, o RCP por sus siglas en inglés, ayuda a las industrias a operar de manera segura, rentable y preocupándose por las generaciones futuras. Las industrias se vuelven transparentes con las partes interesadas (gobierno, vecinos y público en general). Se usa un riguroso sistema de listas de control, indicadores de rendimiento y procedimientos de verificación. Este programa permite a la industria demostrar cómo su seguridad y desempeño ambiental mejora continuamente.

Al adoptar el PCR, la industria química adquirió una orientación para la toma de decisiones; enfrentó retos y barreras, pero también contó con la participación de las partes interesadas en la planificación del PCR. ³

² HENS, LUC et AL. Performance of newly implemented Environmental Management Systems in primary schools in South Africa. *Journal of Environmental Management*, Vol. 91 No.4. P. 906.

³ EVANGELINOS, K. et AL. Implementation of Responsible Care in the chemical industry: evidence from Greece. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 177. P. 828.

En la región Centro Oeste del estado de São Paulo (Brasil), dos empresas industriales modificaron su gestión al implementar la Norma ISO 14001. Estas empresas presentaron prácticas ejemplares al encontrar dificultades tales como la resistencia al cambio.⁴

La resistencia al cambio es consecuencia de la prisa por cambiar, la pérdida de concentración, la concentración de la toma de decisiones a nivel de la alta dirección, la imposición arbitraria de objetivos y resultados, la falta de comunicación, y la ausencia de incentivo de motivación y financiera para el cambio.

También en Brasil, se hizo una encuesta a 63 empresas brasileñas de la industria química, mecánica y electrónica para analizar las motivaciones y beneficios relacionados con la certificación ISO 1400.⁵

Un análisis exploratorio identificó cuatro fuentes de motivación:

- Presión de los grupos externos que podrían ser afectados con la actividad de la industria
- Herramienta para futuras negociaciones
- Asuntos legales
- Influencias internas

⁴ OLIVEIRA, Otávio José de; PINHEIRO SERRA, ROBERTA CAMILA MUNIZ. 2009. Best practices for the implantation of ISO 14001 norms: a study of change management in two industrial companies in the Midwest region of the state of São Paulo – *Brazil*. *Journal of Cleaner Production*, Vol.17. P. 883.

⁵ GAVRONSKI, Luri; FERRER, Geraldo; PAIVA, Ely Laureano. ISO 14001 certification in Brazil: motivations and benefit. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16 No.1. P. 87

Además, las cuatro principales mejoras obtenidas a través de la certificación fueron:

- Cambios operativos
- Impacto financiero
- Relaciones con las partes externas interesadas comercialmente (clientes, competidores, proveedores).
- Relaciones con las partes externas interesadas socialmente (gobierno, sociedad y organizaciones no gubernamentales).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Historia de la educación ambiental

El instinto natural de supervivencia hace que los animales eduquen a sus crías para adaptarse a los medios naturales en los que viven. De igual forma, el hombre se ha adaptado al medio y ha transmitido lo aprendido desde las culturas primitivas. Las distintas culturas han modificado el ambiente a través de diversas tecnologías. Adaptándose a las nuevas tecnologías, el hombre ha modificado su comportamiento mediante la educación.

El equilibrio del medio con el ser humano se ha perdido conforme ha avanzado el aprovechamiento con fines lucrativos trayendo como consecuencias la contaminación del medio, la disminución de los recursos, conflictos sociales, así como desaparición de culturas y especies.

A finales de los años sesenta, algunos científicos empezaron a manifestar que las alteraciones al ambiente requieren la atención de todos los seres humanos. El término “Educación ambiental” fue sugerido por Thomas Pitchard durante la conferencia fundacional de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, celebrada en París.

2.1.1. Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano

La conferencia realizada en Estocolmo (Suecia) del 5 al 16 de junio de 1972, proclamó que el medio que rodea al ser humano es esencial para su

bienestar y que éste tiene la capacidad de transformarlo con discernimiento para continuar desarrollándose. Sin embargo, es el mismo ser humano quien ha causado daño al ambiente.

Proclama que los países en desarrollo deben salvaguardar y mejorar el medio. Asegura que un conocimiento más profundo permitirá mejorar las condiciones de vida del ser humano.

También expresa la necesidad de la cooperación internacional con objeto de ayudar a los países en desarrollo a unirse a este esfuerzo.

A través de 24 principios se expresa el sentir común. Entre estos, se declara que “Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos y que presenten la debida atención al sector de población menos privilegiado, para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades, inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana.”⁶

Resaltando el rol de los países en desarrollo, también se declara que “Se deben fomentar en todos los países en desarrollo, la investigación y el desarrollo científicos referentes a los problemas ambientales...”⁷

⁶ ONU. 1972. Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. Disponible en: <http://www.prodiversitas.bioetica.org/doc89.htm>. Consulta: 12 de julio de 2010.

⁷ *Ibíd.*

2.1.2. Carta de Belgrado

Del 13 al 22 octubre de 1975 se celebró en Belgrado (Yugoslavia) el Seminario Internacional de Educación Ambiental, donde se elaboró la "Carta de Belgrado". Su propósito es establecer los fundamentos para un programa mundial de Educación Ambiental, para lo cual se fijó la siguiente meta: "Formar una población mundial consciente y preocupada con el medio ambiente y con los problemas asociados, y que tenga conocimiento, aptitud, actitud, motivación y compromiso para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones para los problemas existentes y para prevenir nuevos."⁸

Los objetivos que se plantean para la educación ambiental son relativos a: conciencia, conocimiento, actitudes, aptitudes, capacidad de evaluación y participación. Además, se reconoce como destinatario de la educación ambiental al público en general, tomando como principales categorías la educación formal (alumnos de preescolar, elemental, media y superior, profesores y profesionales) y la no formal (familias, trabajadores y administradores, entre otros).

2.1.3. Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental de Tbilisi

Del 14 al 26 de octubre de 1977, se llevó a cabo la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental de Tbilisi (URSS). Fue convocada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la

⁸ UNESCO. 1975. Carta de Belgrado. Informe final del Seminario Internacional de Educación Ambiental. Disponible en: <http://www.medioambiente.gov.ar/archivos/web/EA/File/belgrado.pdf>. Consulta: 12 de julio de 2010.

Ciencia y la Cultura (UNESCO) y organizada con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El informe contiene 41 recomendaciones dirigidas a los Estados Miembros para que “intensifiquen su labor de reflexión, investigación e innovación con respecto a la educación ambiental”⁹. Insta al intercambio de experiencias, investigaciones, documentaciones y materiales, poniendo además los servicios de formación a disposición del personal docente y de los especialistas de otros países. Se recomendó a los gobiernos nacionales a formular y ejecutar estrategias de educación ambiental.

2.1.4. Reporte Brundtland

En 1987, se presentó el reporte de Brundtland a través del libro “Nuestro Futuro Común”, por la Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas (CMMAD), nació el concepto de desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible se define como “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”¹⁰, este concepto fue incorporado a todos los programas de la ONU y sirvió de eje a la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992.

⁹ UNESCO. 1977. Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763sb.pdf>. Consulta: 12 de julio de 2010.

¹⁰ ONU. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development Our Common Future. Naciones Unidas. P. 34.

2.1.5. Magna Charta Universitatum

El 18 de septiembre de 1988, durante la ceremonia de Jubileo de la Universidad de Bolonia (Italia), se firmó la *Magna Charta* de la Universidad Europea. Dicho documento fue consensuado inicialmente por el Presidente de la Conferencia de Rectores Europeos, y los rectores de las universidades de Bolonia, París I, Lovaina, Utrecht y Barcelona. Igualmente, el documento fue avalado por el Presidente de la Subcomisión para la Universidad de la Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa.

Los autores de la carta, consideran “que la universidad debe asegurar a las futuras generaciones la educación y la formación necesarias que contribuyan al respeto de los grandes equilibrios del entorno natural y de la vida.”¹¹

2.1.6. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo

Del 3 al 14 de junio de 1992 se celebró en Río de Janeiro (Brasil) la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida como “Cumbre de la Tierra”.

En la Conferencia se aprobaron tres acuerdos: el “Programa 21”¹²; la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, para definir los derechos y deberes de los Estados, y la Declaración de principios relativos a los

¹¹ Magna Charta Universitatum. 1988. Disponible en: http://www.magna-charta.org/pdf/mc_pdf/mc_spanish.pdf . Consulta: 12 de julio de 2010.

¹² ONU. 1992. Programa 21. Disponible en: http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/index.shtml. Consulta: 12 de julio de 2010.

bosques, para apoyar el manejo sostenible de los bosques. Además, dos instrumentos jurídicamente vinculantes se abrieron a la firma: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

En la Agenda 21 se establecen acciones detalladas para alcanzar el desarrollo sostenible. Considera aspectos económicos y sociales, tales como la cooperación internacional, la lucha contra la pobreza, la demografía, la salud humana, los recursos humanos y la toma de decisiones.

Contiene una sección sobre la conservación y gestión de los recursos para el desarrollo, que incluye la atmósfera, los recursos de la tierra, la deforestación, la desertificación y la sequía, las zonas de montaña, la agricultura, la biodiversidad, los océanos y los mares, el agua dulce, los productos químicos tóxicos, los desechos peligrosos, los desechos sólidos, cuestiones relacionadas con las aguas residuales y los desechos radiactivos.

Se recomienda fortalecer la intervención de las mujeres, los sindicatos, los agricultores, los niños y los jóvenes, las poblaciones indígenas, la comunidad científica, las autoridades locales, las empresas, la industria y las organizaciones no gubernamentales (ONGs), para lograr el desarrollo sostenible.

Se explican también los medios de ejecución de las acciones planteadas, como: recursos. financiamiento, transferencia de tecnología ecológicamente racional, cooperación y aumento de la capacidad, ciencia para el desarrollo sostenible, fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia, arreglos institucionales internacionales, instrumentos y mecanismos jurídicos internacionales y adopción de decisiones.

2.1.7. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

A través del decreto 15-95, el Congreso de la República de Guatemala aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, suscrito por Guatemala en la ciudad de New York (Estados Unidos de América), el 9 de mayo de 1992. Desde 1995 hasta el 2009 hubo quince conferencias sobre Cambio Climático.

El 11 de diciembre de 1997, durante la III Conferencia sobre Cambio Climático, en Kyoto (Japón), las partes convinieron el “Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”¹³ con el objetivo reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global.

Es decir, buscaban reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆) en un porcentaje aproximado de al menos un 5% en comparación con las emisiones hasta el año 1990, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012.

El objetivo principal es disminuir el cambio climático antropogénico cuya base es el efecto invernadero, este protocolo tiene este objetivo y es para la mejora del medio ambiente, por lo que está afectando el calentamiento global. Según cifras de la ONU, se espera que para el 2100 la temperatura aumente alrededor de 5 grados Celsius, y que los inviernos sean más severos afectando a la población.

¹³ ONU. 1998. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>. Consulta: 12 de julio de 2010.

Se promovió también la generación de un desarrollo sostenible, de tal forma que se utilicen energías no convencionales y así disminuya el calentamiento global. Respecto de los países en desarrollo, el Protocolo no exige a bajar sus emisiones, aunque sí deben dar señales de un cambio en sus industrias.

La XV Conferencia de las Partes (COP 15), se llevó a cabo en Copenhague (Dinamarca), del 7 al 19 de diciembre de 2009, con el propósito de buscar nuevos métodos a los presentados en el Protocolo de Kyoto que termina en el año 2012.

El principal objetivo de esta conferencia fue tratar de llegar a un acuerdo con las decisiones a tomar, para evitar las consecuencias del cambio climático, en el cual se trate básicamente de disminuir las emisiones de CO₂ provocadas por los países desarrollados como por los países en desarrollo, así como la disminución de la tala de árboles y continua degradación de los bosques, tratando de disminuir el aumento de la temperatura, debido al calentamiento global.

2.1.8. Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible

Del 2 al 4 de septiembre de 2002, se celebró la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (Sudáfrica) para reafirmar el compromiso de los representantes de los pueblos del mundo en pro del desarrollo sostenible.

A través de esta declaración, se asume la responsabilidad colectiva de promover y fortalecer, en los planos local, nacional, regional y mundial, el

desarrollo económico y social y la protección ambiental, pilares del desarrollo sostenible. Se confirmó la importancia de la educación para el desarrollo sostenible y se recomendó que la Asamblea General considerase la posibilidad de proclamar un decenio de la educación para el desarrollo sostenible a partir de 2005 ¹⁴.

2.1.9. Congresos Iberoamericanos de Educación Ambiental y la Oficina de Educación Iberoamericana

En 1949 fue creada la Oficina de Educación Iberoamericana, con carácter de Agencia Internacional, como consecuencia del primer Congreso Iberoamericano de Educación celebrado en Madrid.

El último de estos congresos se realizó del 16 al 19 de septiembre de 2009, en la Ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires (Argentina). Estos congresos buscan la integración regional de los educadores ambientales iberoamericanos y son los encuentros más relevantes en la región para construir sociedades sustentables a través de la educación ambiental.

Se debatió en torno a tres ejes: Política y Educación Ambiental (EA) las estrategias metodológicas en EA y la construcción del campo pedagógico ambiental; y las perspectivas regionales en EA y la contribución de América Latina respecto de la población mundial.

¹⁴ NACIONES UNIDAS. 2002. Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Disponible en: http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/Spanish/WSSDsp_PD.htm. Consulta: 12 de julio de 2010.

Participaron en este Congreso, docentes, estudiantes, investigadores, funcionarios, integrantes de Organizaciones de la Sociedad Civil, pueblos originarios, jóvenes, empresarios y profesionales, entre otros.

La Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), con el apoyo de los Ministerios de Educación y los Jefes de Estado y de Gobierno ha impulsado desde el 19 de mayo de 2008 el proyecto: las "Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los bicentenarios". Con el objetivo de impulsar una tarea colectiva en torno a la educación, que favorezca al desarrollo económico y social de la región.

En este contexto, se celebró el 16 de abril de 2010, la reunión de Viceministros de Educación de Iberoamérica, en Bogotá, convocada por la Organización de Estados Iberoamericanos, en donde se presentaron las prioridades de cada país en el marco de las metas y el compromiso que tienen todos ante dichas metas. En este encuentro participó Guatemala.

El Secretario General de la OEI, Álvaro Marchesi resaltó "hemos logrado un avance, tenemos una responsabilidad colectiva asumida para continuar por el buen camino"¹⁵.

Además invitó a los representantes a participar activamente en la Conferencia Iberoamericana de Educación, en donde se aprobarán los objetivos, metas, indicadores, programas de acción compartidos y mecanismos

¹⁵ ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS. 2010. Reunión de Viceministros de Educación de seguimiento a las Metas educativas 2021. Disponible en: <http://www.oei.es/metas2021/noticias26.htm>. Consulta: 12 de julio de 2010.

de seguimiento y evaluación de la propuesta Metas 2021, del 13 de septiembre de 2010, en Buenos Aires, Argentina.

2.1.10. Proclamación de la Década de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible

A través de la resolución 57/254 aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 20 de Diciembre de 2002, se decidió proclamar el período de diez años que comienza el 1º de enero de 2005 “Década de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible.”¹⁶

Se invitó a los gobiernos a que consideren esto en sus planes de acción y estrategias en materia de educación a más tardar para el año 2005, teniendo en cuenta el plan de aplicación internacional que ha de preparar la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

2.1.11. Capítulo 17 del Tratado de Libre Comercio República Dominicana – Centroamérica – Estados Unidos

El 5 de agosto de 2004, Estados Unidos de América firmó el Tratado de Libre Comercio Centro América-Estados Unidos-República Dominicana (CAFTA-DR). El tratado fue ratificado por cinco países de América Central (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica) y República Dominicana.

¹⁶ ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS. 2010. Proclamación de la Década de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Disponible en: <http://www.oei.es/decada/resonu.htm>. Consulta: 12 de julio de 2010.

El CAFTA-DR es el primer tratado de libre comercio que Estados Unidos firma con un grupo de pequeñas economías en desarrollo. El CAFTA-DR entró en vigencia el 1 de julio de 2006.

Los gobiernos de los países signatarios del Tratado buscan con este fortalecer la amistad y la cooperación entre sus naciones y promover la integración económica regional; y promover la competitividad de las empresas, entre otros propósitos.

En relación con temas ambientales, se pretende implementar este Tratado de tal forma que se proteja y conserve el medioambiente, promover el desarrollo sostenible y fortalecer la cooperación en materia ambiental y proteger y conservar el ambiente y mejorar los medios para hacerlo.

El capítulo 17 titulado “Ambiental” acuerda que “cada Parte garantizará que sus leyes y políticas proporcionen y estimulen altos niveles de protección ambiental y deberán esforzarse en mejorar esas leyes y políticas.”¹⁷

A través de este tratado se promueven los mecanismos voluntarios para mejorar el desempeño ambiental. Las partes reconocen que estos contribuyen al logro y mantenimiento de la protección ambiental.

Entre estos mecanismos, están: asociaciones, lineamientos voluntarios, compartir información y experiencia entre las autoridades, partes interesadas y el público, auditorías ambientales voluntarias y reportes ambientales voluntarios, técnicas para usar los recursos eficientemente o reducir los

¹⁷Tratado de Libre Comercio República Dominicana – Centroamérica – Estados Unidos (Artículo 17.1). 2005.

impactos ambientales; monitoreo ambiental y la recolección de datos para establecer líneas base.

2.2. Importancia del tema ambiental en Guatemala

El interés nacional en temas ambientales, se evidencia desde la Constitución Política de la República de 1985, la cual dio pie a la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente de 1986. Después de esto han surgido leyes, políticas y reglamentos con el mismo fin.

2.2.1. Constitución Política de la República de Guatemala

Se reconoce la organización del Estado de Guatemala “para proteger a la persona y a la familia; su fin supremo es la realización del bien común.”¹⁸ Asimismo, se promulga que “El Estado garantiza y protege la vida humana desde su concepción, así como la integridad y seguridad de la persona.”¹⁹

Tomando en cuenta que la realización personal, la integridad y la seguridad de las personas dependen del ambiente que las rodea, se declara que “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

¹⁸ ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. 1985. Constitución Política de la República de Guatemala (Artículo 1o.). Guatemala.

¹⁹ *Ibidem* (Artículo 2o.).

Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, tierra y agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.”²⁰

Esta declaración refleja el compromiso del Estado y sus habitantes, con la prevención de la contaminación, la conservación del ambiente y el equilibrio ecológico.

2.2.2. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

Considerando la importancia del tema ambiental en la búsqueda del desarrollo sostenible, la aceptación de la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo, la ausencia de un marco jurídico institucional y el deterioro del ambiente, se emitió este decreto.

El decreto inicia repitiendo el artículo 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.”²¹

Es competencia del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, como parte del Organismo Ejecutivo, aplicar esta ley.

²⁰ ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. 1985. Constitución Política de la República de Guatemala (Artículo 97). Guatemala.

²¹ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. 1986. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Artículo 1). Guatemala.

2.2.3. Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Ante la declaración de interés nacional por “la conservación y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación”²²; la obligación del Estado, las municipalidades y sus habitantes por propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que mantenga el equilibrio ecológico; la necesidad de elevar la estructura institucional del país en el sector ambiental, sistematizar la gestión ambiental, prevenir la contaminación del ambiente y que este sea sostenible, se justifica crear el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Se modificó la Ley del Organismo Ejecutivo, Decreto 114-97 del Congreso de la República, añadiendo al artículo 19, como numeral 13, al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Se adicionó también el artículo 29 “bis” estableciendo que “Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.”²³

²² ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. 1985. Constitución Política de la República de Guatemala (Artículo 64). Guatemala.

²³ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA. 2000. Decreto número 90-2000 (Artículo 3). Guatemala.

2.2.4. Ley de Fomento de la Educación Ambiental

Considerando el artículo 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala, es obligación del Estado de incluir la política ambiental en la toma de decisiones, y generar conciencia ecológica a través de la educación.

A través del Decreto 74-96, el Congreso de la República de Guatemala busca fomentar la educación ambiental en los diferentes niveles y ciclos del sector público y privado a nivel nacional. La aplicación de esta ley está a cargo del Ministerio de Educación. Esta ley no aplica a la Universidad de San Carlos de Guatemala, debido a que es autónoma y emite sus propias leyes.

2.2.5. Política Nacional de Cambio Climático

Debido a que Guatemala recibe fuertes impactos negativos por el cambio climático y la variabilidad climática, se debe apoyar su adaptación a la comunidad internacional; conforme la responsabilidad común pero diferenciada la política propone: “Que el Estado de Guatemala, a través del Gobierno Central, las municipalidades, la sociedad civil organizada y la ciudadanía en general, adopte prácticas de prevención de riesgo, reducción de la vulnerabilidad y mejora de la adaptación al cambio climático, y contribuya a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en su territorio, coadyuve a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y fortalezca su capacidad de incidencia en las negociaciones internacionales de cambio climático.”²⁴

²⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. Política Nacional de Cambio Climático. Guatemala. P. 11.

La política incluye entre sus objetivos específicos fortalecer y desarrollar las capacidades nacionales en cambio climático, reducir la vulnerabilidad del país, y Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Cabe resaltar que la política pretende incidir en la educación y sensibilización de la población guatemalteca. El Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) de la Universidad de San Carlos de Guatemala es una de las Organizaciones de la Sociedad Civil que hicieron su aporte en la formulación de la Política Nacional de Cambio Climático.

2.2.6. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental

El Acuerdo Gubernativo 431-2007, de fecha 17 de septiembre de 1997, busca propiciar el desarrollo sostenible de Guatemala a través de instrumentos que faciliten la evaluación, control y seguimiento ambiental, en los diversos proyectos que se desarrollen en Guatemala.

Algunos de estos instrumentos son la autoevaluación ambiental, la gestión ambiental, el Manual de buenas prácticas ambientales, el Manual de responsabilidad social y ambiental, el Manual técnico de evaluación de impacto ambiental, el plan de contingencia, el plan de gestión ambiental, y el sistema integrado de Gestión Ambiental Nacional.

2.2.7. Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos

Considerando el artículo 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala, la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y la

necesidad de contar con una norma que contribuya a la sostenibilidad del recurso hídrico, se emitió el Acuerdo Gubernativo 236-2006. El objeto de este reglamento es establecer los parámetros que los entes generadores de aguas residuales deben cumplir para descargarlas o reusarlas.

2.3. Sistemas de Gestión Ambiental

Los sistemas de gestión ambiental son mecanismos voluntarios que las organizaciones adoptan para incluirlos como parte de su gestión. Entre otros beneficios, le permiten a la alta dirección enfocar sus esfuerzos en temas ambientales a través de la identificación de sus principales fuentes de impactos ambientales.

2.3.1. Sistema

Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí, que contribuyen para alcanzar un objetivo. Por lo tanto, una organización es un sistema que busca producir bienes y/o prestar servicios a la humanidad en busca del desarrollo.

De la misma forma, un ecosistema constituido por una parte viva (flora y fauna) y por una parte inanimada (elementos audiovisuales, aire, agua, suelo, rocas y minerales, recursos naturales y culturales) es un sistema cuyos componentes interactúan y se desarrollan.

La explotación humana de los recursos naturales es, consecuentemente, una interacción entre dos sistemas. Este intercambio de recursos permite al sistema humano crecer en conocimiento y madurar, mientras el entorno pierde su estructura, organización e información interna.

2.3.2. Administración y gestión

Se entiende por administrar el prever, organizar, regir, dirigir, aplicar, coordinar y controlar un sistema a través de todo el capital humano a él adscrito, mientras que la gestión se refiere al hecho de efectuar determinadas actividades conducentes al logro de los objetivos funcionales. Estas actividades suelen ser realizadas por los cuadros de dirección.²⁵

Administrar el ambiente implica pues prever, organizar, coordinar y controlar las actividades de todos los miembros de una organización para minimizar y/o mitigar los impactos negativos al mismo. Mientras la gestión ambiental comprende actuar de acuerdo con una política ambiental. Es decir, que la gestión está dirigida por la alta dirección de una organización. Consecuentemente, una buena gestión ambiental asegurará una buena administración ambiental.

2.3.3. Sistema de Gestión Ambiental

Existen varias definiciones del mismo concepto, tales como: “Los Sistemas de Gestión Ambiental son implementados por compañías que quieren asegurar la mejora de su desempeño ambiental a través del tiempo.”²⁶

“La gestión del medio ambiente se traduce en un conjunto de actividades, medios y técnicas tendentes a conservar los elementos de los ecosistemas y

²⁵ CONESA FERNÁNDEZ-VITORA, Vicente; CONESA RIPOLL, V.; CONESA RIPOLL, L.A. 1997. Los instrumentos de la gestión ambiental en la empresa. P. 183.

²⁶ BLANCO CORDERO, Blanca. Gestión ambiental: Camino al desarrollo sostenible. P. 232.

las relaciones ecológicas entre ellos, en especial cuando se producen alteraciones debidas a la acción del hombre.”²⁷

Siendo un sistema, integra a todos los miembros de la organización en la tarea de cumplir con un objetivo. La labor de gestionar indica que comprende toda la estructura organizacional regida por la alta dirección. Añadiendo el término “ambiental”, se sabe que el objetivo a alcanzar es de protección y mejoramiento del entorno.

El principio de los sistemas de gestión ambiental es que las actividades que se realicen en determinado ecosistema puedan ser soportadas por este; es decir, que sean sostenibles.

2.3.4. Sistema de Gestión Ambiental de la Norma ISO 14001:2004

La Organización Internacional de Normalización (ISO, cuyas siglas provienen del vocablo griego “igual”) tiene como misión facilitar el intercambio de bienes y servicios, para promover el desarrollo de la normalización y de la cooperación intelectual, científica, tecnológica y económica. Para lograrlo, cuenta con Comités Técnicos (TC), entre los cuales está el ISO/TC 207: Gestión Ambiental que ha desarrollado la familia de Normas ISO 14000.

Las Normas ISO 14000 son herramientas para guiar la gestión ambiental de las empresas u organizaciones. La implementación de algunas normas de dicha familia puede ser objeto de certificación/registro o autodeclaración.

²⁷ CONESA FERNÁNDEZ-VITORA et Al. Los instrumentos de la gestión ambiental en la empresa. P. 341.

Las certificaciones aseguran, a través de un organismo certificador, que un producto, proceso o servicio está conforme con los requisitos especificados. En la norma, se describen los requisitos que le permiten a una organización, de cualquier tipo o tamaño, desarrollar e implementar su política ambiental, planteándose objetivos que tomen en cuenta la legislación ambiental vigente y sus aspectos ambientales significativos.

La Norma ISO 14001, versión 2004, se basa en la metodología PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Según la norma, la metodología inicia con el desarrollo de una política ambiental y termina con la revisión por la dirección de las actividades realizadas dentro del sistema de gestión ambiental, promoviendo así su mejora continua. Estos pasos que buscan la mejora continua están desarrollados en el apartado cuatro de la norma y además se incluye un anexo con orientaciones para seguirlos.

En el primer apartado, se explica que el objeto y campo de aplicación comprenden a las organizaciones que desean implementar sistemas de gestión ambiental, tomando en cuenta que la norma se puede aplicar en diversos grados según las circunstancias de la organización. El tercer apartado contiene 20 términos y definiciones utilizados en la norma.

2.3.5. Laboratorio de Físicoquímica

El Laboratorio de Físicoquímica pertenece al Área de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se encuentra en el primer nivel del Edificio T5, Ciudad Universitaria, Zona 12 de la Ciudad de Guatemala.

El Laboratorio de Fisicoquímica es un laboratorio de docencia, un eslabón intermedio dentro de la formación práctica del ingeniero químico. Durante el desarrollo del curso se realizan prácticas experimentales en forma grupal para estudiar varios fenómenos fisicoquímicos que requerirán herramientas teóricas para la resolución de problemas.

Los principios fundamentales del laboratorio son: enseñar haciendo, cumplir objetivos planteados en los programas, demostrar en la práctica cotidiana la calidad de la información recibida, trabajo en equipo y actitud hacia el trabajo organizado.

En cada práctica, el estudiante aplica de forma ordenada las leyes estudiadas y conocidas del curso de Fisicoquímica 1 y 2, que rigen los fenómenos. También aplica los lineamientos establecidos en los instructivos y deriva otros con iniciativa propia.

El análisis y la interpretación objetiva de los resultados experimentales, le permite al estudiante escribir informes técnicos, extraer conclusiones y elaborar recomendaciones. Al final del curso, el estudiante se encuentra preparado para hacer una presentación formal de los resultados del proceso a manera de informe académico.

De acuerdo con el Manual del estudiante del Laboratorio de Fisicoquímica 1 y 2, el curso propone los siguientes objetivos que el estudiante debe lograr:

- “Aplicar experimentalmente, de forma organizada, los principios teóricos del curso de fisicoquímica 1 y 2, verificando la correspondencia de los resultados experimentales con los calculados teóricos.

- Investigar y conocer el manejo de las relaciones matemáticas que permiten realizar cálculos, prever errores e interpretar las diferencias que puedan surgir durante la experimentación.
- Conducir el trabajo de laboratorio de manera individual y grupal de acuerdo a lo que establecen las normas y las buenas prácticas formando actitudes profesionales propias de la Ingeniería Química.
- Organizar actividades programadas del curso de manera técnica siguiendo los normativos establecidos.
- Integrar iniciativas, contribuciones y esfuerzos individuales y colectivos que permitan alcanzar los propósitos de cada actividad.
- Preparar, conducir y desarrollar una presentación formal ante un grupo de evaluación.²⁸

²⁸ LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA 1 Y 2. 2010. Manual del estudiante del Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2. P. 3.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

La hipótesis contiene tanto variables independientes como dependientes, las cuáles se definen a continuación.

3.1.1. Variable independiente: Desarrollo de un Sistema de Gestión Ambiental según la Norma ISO 14001:2004

- Definición conceptual: acción que le permite a una organización desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales. Incluye la estructura de la organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos.
- Definición operacional de la variable: existencia de la documentación del sistema de gestión ambiental que incluya: política, objetivos, metas y programas ambientales; procedimientos de identificación y evaluación de aspectos ambientales, de identificación de requisitos aplicables, de capacitación, entrenamiento y sensibilización, de comunicación, control de documentos, de gestión de las no conformidades, y toma de acciones correctivas y preventivas, de auditorías internas, de evaluación del cumplimiento, de preparación y respuesta ante emergencias, y de medición y seguimiento y formatos para los registros.

3.1.2. Variable dependiente: Educación ambiental de los estudiantes del Laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala

- Definición conceptual: formar estudiantes conscientes y preocupados por el ambiente y los problemas asociados, y que tenga conocimiento, aptitud, actitud, motivación y compromiso para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones para los problemas existentes y para prevenir nuevos.
- Definición operacional de la variable: registros de la implementación de los procedimientos del sistema de gestión ambiental, el conocimiento de los estudiantes de la política, los aspectos ambientales significativos y los impactos reales o potenciales asociados con sus actividades, las propuestas de los estudiantes para mejorar el sistema de gestión ambiental, cuestionarios resueltos por los estudiantes y entrevistas a los catedráticos y auxiliares.

3.2. Delimitación del campo de estudio

Las áreas en la que se enfocó el trabajo de graduación son calidad educativa y ambiente. Específicamente, se trataron los temas de Educación Ambiental y Sistemas de Gestión Ambiental.

3.3. Recursos humanos disponibles

Durante la investigación, se contó con diversos profesionales de la ingeniería que colaboraron en diferentes áreas para que se llevara a cabo el desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental.

3.3.1. Investigadora principal del desarrollo del SGA ISO 14001:2004

- América Salomé González Rivera, estudiante de Ingeniería Química.

3.3.2. Consultora de implementación del SGA ISO 14001:2004

- Inga. María Alejandra Má Villatoro.

3.3.3. Asesora de la investigación

- Dra. Casta Petrona Zeceña Zeceña, Coordinadora del Área Ambiental de la Escuela de Ingeniería Química, de la Facultad de Ingeniería.

3.3.4. Coasesora de la investigación

- Inga. Sonia Solis, Coordinadora Nacional de Guatemala del Programa de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) de Excelencia Ambiental y Laboral para CAFTA-DR.

3.3.5. Director de la Escuela de Ingeniería Química

- Dr. Williams Guillermo Álvarez Mejía.

3.3.6. Catedrática del curso Seminario de Investigación y coordinadora del área de Calidad, Investigación y Vinculación de la Escuela de Ingeniería Química

- Inga. Lisely de León Arana.

3.3.7. Alta dirección en el desarrollo de la propuesta del SGA ISO 14001:2004

- Ing. Murphy Paiz, decano de la Facultad de Ingeniería.
- Dr. Williams Guillermo Álvarez Mejía, director de la Escuela y Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería.
- Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio, coordinador del Área de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química, de la Facultad de Ingeniería.

3.3.8. Representante de la alta dirección en la implementación del SGA ISO 14001:2004

- Ing. César Ariel Villela, catedrático del Laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería.

3.3.9. Coordinador del comité implementador del SGA ISO 14001:2004

- Br. William Fagiani, estudiante de Ingeniería Química y auxiliar de cátedra del Laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería.

3.3.10. Miembros del comité implementador del SGA ISO 14001:2004

- Ing. José Manuel Tay Oroxóm, catedrático y supervisor del Laboratorio de Fisicoquímica, de la Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería.
- Br. Rocío Reyna, estudiante de Ingeniería Química y auxiliar de cátedra del Laboratorio de Fisicoquímica, de la Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería.
- Br. Luis Ruiz, estudiante de Ingeniería Química y auxiliar de cátedra del Laboratorio de Fisicoquímica, de la Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería.

3.4. Recursos materiales disponibles

El equipo disponible para la planificar la implementación del sistema de gestión ambiental consiste en:

- Una computadora
- Una impresora

3.5. Técnica

Se utilizó la técnica cualitativa para la recolección de la información y la interpretación de los resultados.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

La información se recolectó a través de:

- Actas de las reuniones realizadas para la planificación del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004.
- Documentación del Laboratorio de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería previa y posterior a la implementación del sistema de gestión ambiental.
- Registros del Laboratorio de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería.
- Registros de los resultados del “Listado de Inspección de Seguridad en el Laboratorio” de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería.
- Cuestionarios con preguntas abiertas para los estudiantes del Laboratorio de Físicoquímica antes y después de su experiencia con el sistema de gestión ambiental.
- Entrevistas a implementadores (catedráticos y auxiliares) de sistemas de gestión ambiental.

- Fotografías del Laboratorio de Fisicoquímica previas y posteriores a la implementación del sistema de gestión ambiental.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

El análisis de la información obtenida se clasificó de acuerdo con dos etapas de la investigación:

- Descripción de los miembros y las instalaciones del Laboratorio de Fisicoquímica previo al desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004.
- Descripción de los miembros y las instalaciones del Laboratorio de Fisicoquímica posterior al desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004.

3.8. Análisis estadístico

No se realizó análisis estadístico, debido a que la investigación es cualitativa.

3.9. Plan de análisis de los resultados

La investigación se basó en tres estados:

- Descripción del Laboratorio de Fisicoquímica previo al desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004.

- Descripción del Laboratorio de Físicoquímica posterior al desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004.
- Descripción de la documentación del sistema de gestión ambiental propuesto.

Los tres estados describirán, compararán e interpretarán los resultados, con el objetivo de verificar la hipótesis.

4. RESULTADOS

4.1. Descripción del Laboratorio de Fisicoquímica previo al desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004

Las encuestas de preguntas abiertas realizadas a los estudiantes del Laboratorio de Fisicoquímica 1 y 2, al inicio del segundo semestre del 2010, reflejan su estado antes del desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental en cuanto a seis aspectos relevantes:

4.1.1. Definición de “Sistema de Gestión Ambiental”

El 37 % de los alumnos consideraban desconocer la definición de SGA. Los demás lo definieron como:

- Normas para mejorar el ambiente.
- Análisis del impacto ambiental de las operaciones realizadas.
- Cuidar el ambiente y buscar la forma de afectarlo lo menos posible.
- Regular la calidad de los desechos que son puestos en el ambiente.
- Cumplimiento de leyes ambientales.
- Pasos que conllevan a proteger el ambiente utilizando los productos adecuadamente.

- Adopción de una política y seguimiento de la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar)
- Programa que puede ser adoptado por toda institución con el fin de desarrollar acciones para aprovechar los recursos racionalmente y manejar los desechos, con el fin de no contaminar el ambiente.
- Sistema que vela por la regulación ambiental y que da normas para mejorarlo.
- Procesos de mejorar cualquier aspecto relacionado con un medio.
- Proceso o tratamiento que busca mejorar el ambiente.
- Proceso en el que se definen normas para proteger el ambiente.
- Sistema cuyos objetivos se orientan a garantizar que un proceso o funcionamiento cumple con normas limpias y amigables al ambiente.
- Controlar todo lo que puede afectar el medio ambiente.
- Normas o procedimientos que se deben tener con los desechos de laboratorio para reducir la contaminación ambiental producida por los reactivos productos de los laboratorios.
- Análisis de un medio ambiente.
- Sistema que promueve la protección ambiental.

- Administrar el control de contaminantes que producen las industrias en búsqueda de mitigar impactos ambientales.
- Un proceso por el cual se trata de optimizar el uso de las sustancias que contaminan el medio ambiente o que hacen que este pierda sus recursos.
- Implementar normas que ayudan a cuidar el ambiente.
- Sistema que busca implementar políticas que sean amigables con el ambiente.
- Sistema de normas de calidad para el mejoramiento ambiental en los laboratorios e industrias.
- Preparación con los conocimientos de lo que se va a utilizar en la práctica, respecto de los reactivos, su manejo y la forma de desecharlos.
- Programa de mejora continua que tiene como objetivo la implementación y regulación de las políticas ambientales de una entidad.
- Sistema o plan para generar la menor cantidad de impacto contra el ambiente debido al uso de sustancias químicas.
- Disposición de cumplir leyes y normas a favor del beneficio de una empresa.
- Normas que regulan cómo tratar desechos en un laboratorio.

- Procedimientos a seguir para aprovechar mejor los materiales y evitar problemas hacia el ambiente al desecharlos o reciclarlos.
- Seguir la norma ISO 14001.
- Reformar los aspectos ambientales con el objetivo de reducir la contaminación.

4.1.2. Conciencia de la necesidad de contar con una política ambiental en el Laboratorio de Fisicoquímica y capacidad para proponer una

Solo 1% de los alumnos opina que no se necesita una política ambiental en el laboratorio. El 99% restante coincidieron en que sí se necesita una política ambiental en el laboratorio. Las propuestas de política están enfocadas en el manejo de los desechos en su mayoría. Algunos incluyeron también la propuesta de que en la política ambiental se incluya un compromiso de usar los recursos eficientemente, evitar la contaminación del suelo, aire y agua; reutilizar los reactivos y reciclar.

Los alumnos resaltan la importancia de utilizar la menor cantidad de agua posible y contaminarla menos. Respecto de la contaminación del suelo, mencionan que los reactivos no deberían enterrarse en el campus universitario sino que debería buscarse una manera adecuada de hacerlo.

4.1.3. Capacidad de los estudiantes para identificar Aspectos Ambientales Significativos y sus respectivos impactos ambientales

Los estudiantes consideraron que los aspectos ambientales significativos (AAS) del Laboratorio de Físicoquímica y sus respectivos impactos ambientales (IA) eran:

- AAS: Deficiencia en la disposición final de desechos. IA: Contaminación del aire, el agua o la tierra.
- AAS: Uso desmedido del agua. IA: agotamiento de recursos naturales.
- AAS: Uso desmedido del papel. IA: agotamiento de recursos naturales.
- AAS: Uso desmedido de energía eléctrica. IA: agotamiento de recursos naturales.
- AAS: Emisión de gases contaminantes. IA: contaminación del aire.

4.1.4. Conciencia de los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental

El 17% de los estudiantes no conocía los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental. Sin embargo, el 83% enumeró los siguientes beneficios:

- Reducción de la generación de desechos
- Protección de la salud

- Disponibilidad de los recursos para el futuro
- Prevenir la contaminación
- Disminución de la contaminación
- Conservación de la biodiversidad
- Evitar accidentes
- Reciclaje

4.1.5. Desarrollo de aptitudes para resolver problemas ambientales

El 75% de los estudiantes considera poseer estas aptitudes aludiendo a sus conocimientos, voluntad, capacidad para seguir reglas e instrucciones. El 25% restante considera que aún necesita más conocimiento sobre el manejo de sustancias tóxicas.

4.1.6. Impulso de actitudes de participación activa en la investigación y evaluación de problemas ambientales en busca de la protección y mejoramiento del ambiente

El 97% de los estudiantes sí se sentía motivado por participar activamente en la investigación y evaluación de problemas ambientales en busca de la protección y mejoramiento del ambiente, realizando las siguientes propuestas para conseguirlo:

- Disminuir el uso de papel, vidrio, reactivos y desecharlos correctamente
- Usar solo la cantidad necesaria de agua
- Tratar adecuadamente los gases producidos en las prácticas, para evitar la contaminación del aire
- Reutilizar el agua

- Capacitación y concientización de los miembros de la Escuela de Ingeniería Química
- Implementar sistemas de gestión ambiental en todos los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química
- Tener procedimientos de manejo y desecho de reactivos
- Utilizar menos papel para elaborar los reportes del laboratorio
- Asociarse a instituciones que velen por la protección ambiental
- Usar papel reutilizable para secar cristalería
- Construcción de un vertedero sanitario para la disposición final de desechos tóxicos generados en la Universidad
- Reciclaje de desechos sólidos
- Utilizar reactivos biodegradables
- Registrar el consumo de agua y energía eléctrica en el laboratorio
- Elaborar reportes digitales
- Implementar prácticas ecológicas

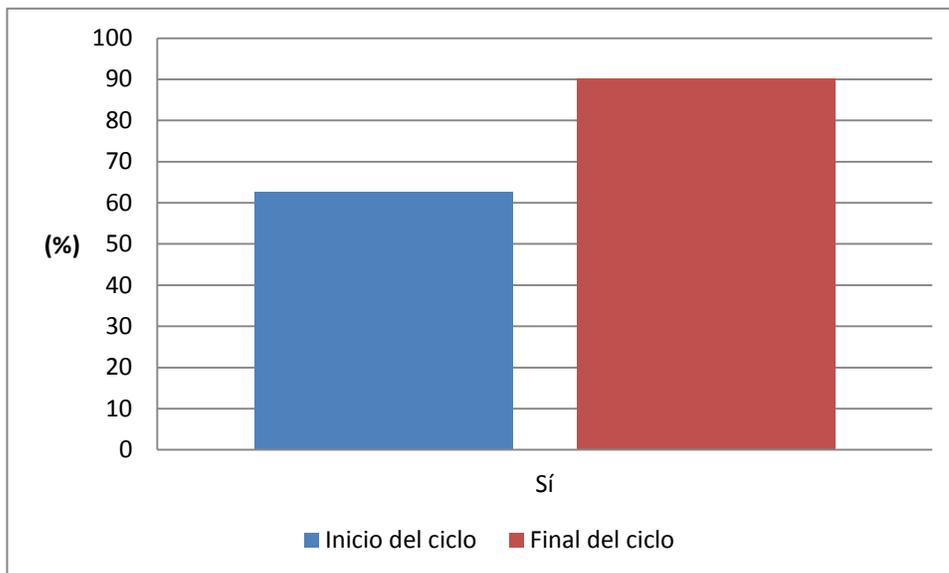
4.2. Descripción del Laboratorio de Fisicoquímica posterior al desarrollo de la propuesta del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004

Las encuestas de preguntas abiertas realizadas a los estudiantes del Laboratorio de Fisicoquímica 1 y 2, al final del segundo semestre del 2010, reflejan su estado antes de la implementación del sistema de gestión ambiental en cuanto a seis aspectos relevantes que se enumeran a continuación:

4.2.1. Definición de “Sistema de Gestión Ambiental”

El porcentaje de alumnos que considera conocer la definición de SGA aumentó de 63% a 90% para el final del ciclo. Los alumnos que consideraban sí conocerla, hacen referencia a un conjunto de normas y procedimientos que buscan proteger el ambiente a través de procedimientos de manejo de desechos.

Figura 1. **Porcentaje de alumnos que consideran conocer la definición de “Sistema de Gestión Ambiental”**



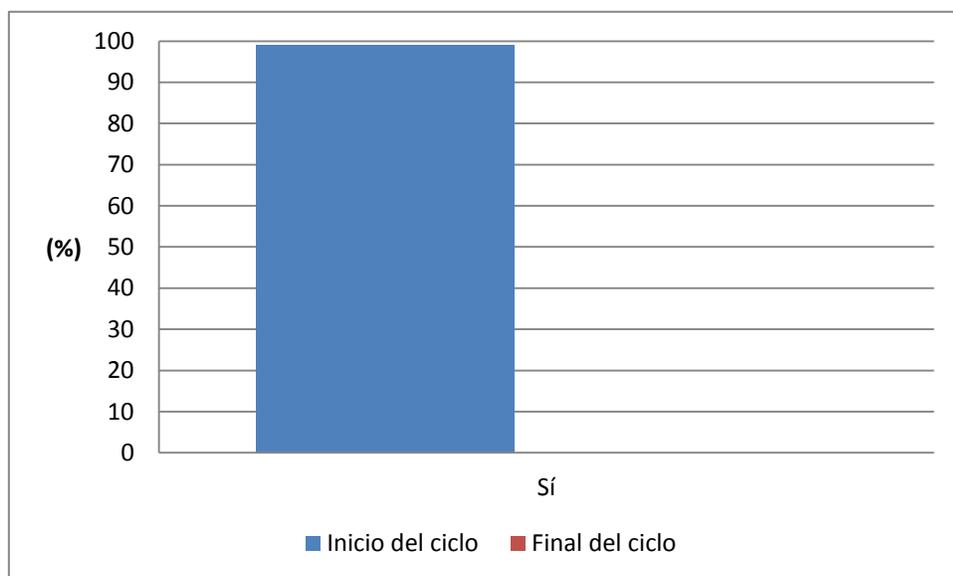
Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Conocimiento de la política ambiental propuesta

Al inicio del ciclo, el 99% de los estudiantes consideraba necesario que existiera una política ambiental en el Laboratorio de Físicoquímica. Sin

embargo, a pesar del interés mostrado al inicio de ciclo, al final del mismo, los alumnos describieron sólo una parte de la política, ningún alumno conocía la política ambiental propuesta completa.

Figura 2. **Interés en una política ambiental y conocimiento de la política propuesta**



Fuente: elaboración propia.

La mayor parte de los alumnos hace referencia en la política al manejo adecuado de los desechos, siguiendo el procedimiento vigente en el laboratorio. Ciertos alumnos tomaron en cuenta que el laboratorio tiene el objetivo de reducir el consumo de reactivos, papel y agua; algunos admitieron desconocer la política ambiental.

La principal causa del desconocimiento de la política ambiental del laboratorio se debe a que aún no había sido aceptada ni publicada ninguna de las propuestas hechas a las autoridades.

4.2.3. Conocimiento de los aspectos ambientales significativos y sus respectivos impactos ambientales (reales o potenciales) por parte de los estudiantes

Los estudiantes consideran que son los siguientes:

- AAS: Uso del agua
- AAS: Uso de papel. IA: agotamiento de recursos naturales
- AAS: Uso de reactivos contaminantes. IA: contaminación del agua

Solo algunos estudiantes describieron los impactos ambientales correspondientes a los aspectos que enumeraron.

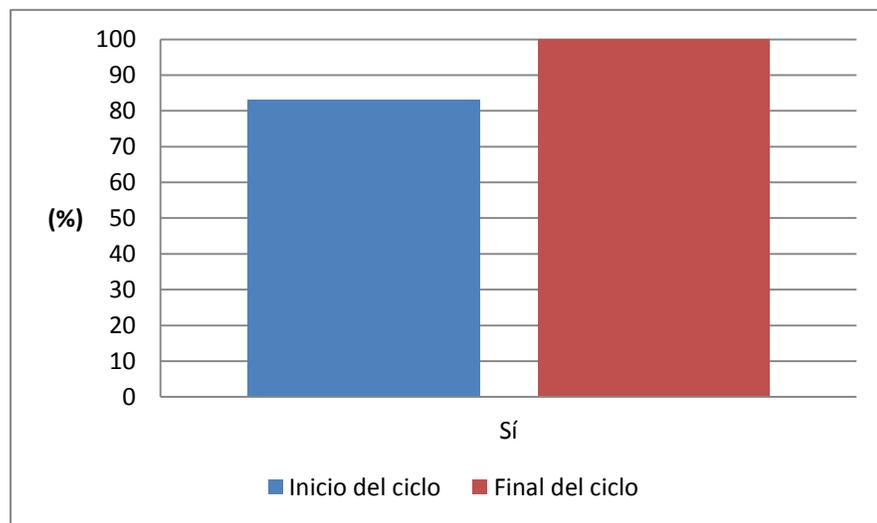
4.2.4. Conciencia de los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental

Mientras al inicio del ciclo, 83% de los estudiantes conocían los beneficios de un mejor desempeño ambiental; al final del ciclo, todos los estudiantes respondieron a esta pregunta. Enumeraron los siguientes beneficios:

- Menor consumo de materiales (reactivos, agua, papel)
- Eliminación de desechos tóxicos
- Mejora continua
- Disminución de la contaminación

- Protección de la salud
- Disminución de accidentes
- Disminución de la cantidad de desechos

Figura 3. **Conciencia de los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental**



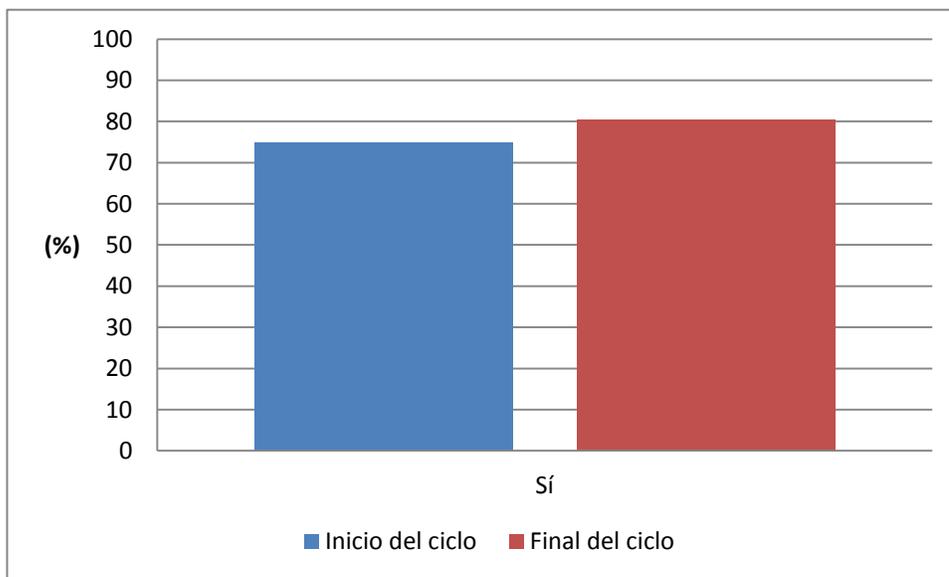
Fuente: elaboración propia.

4.2.5. **Desarrollo de aptitudes para resolver problemas ambientales**

Se evaluó la percepción de los alumnos sobre sus propias habilidades o aptitudes adquiridas a través de la planificación del sistema de gestión ambiental. Un 20% considera que aún no tiene aptitudes para resolver problemas ambientales y necesita conocer:

- Sobre manejo de desechos de otras sustancias químicas diferentes a las que se usan en el laboratorio
- Normas ambientales

Figura 4. **Desarrollo de aptitudes para resolver problemas ambientales**



Fuente: elaboración propia.

Al final del ciclo, aumentó de 75% a 80%, la cantidad de estudiantes que consideran poseer estas aptitudes debido a que pueden:

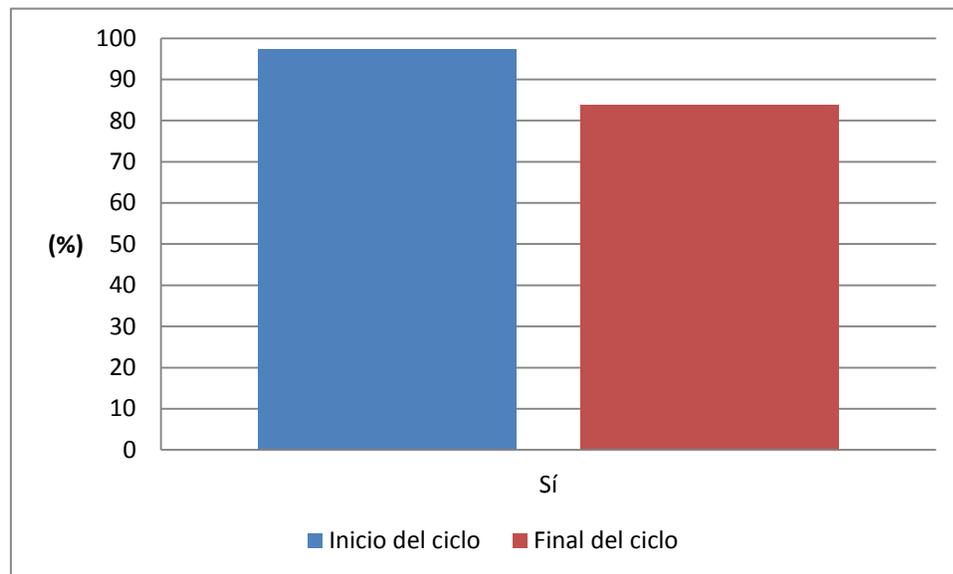
- Hacer análisis ambientales de las causas de algunos problemas
- Clasificar desechos
- Usar su ingenio
- Identificar puntos críticos y proponer acciones correctivas
- Modificar prácticas del laboratorio

- Manejar y clasificar adecuadamente los reactivos y desechos
- Desechar y neutralizar desechos

4.2.6. Impulso de actitudes de participación activa en la investigación y evaluación de problemas ambientales, en busca de la protección y mejoramiento del ambiente

Uno de los principales objetivos de los sistemas de gestión ambiental es crear conciencia ambiental en los miembros de la organización donde se ha implementado. Dicha conciencia se cuantificó como el sentir de los estudiantes hacia involucrarse en la protección y mejoramiento del medio ambiente.

Figura 5. Impulso de actitudes de participación activa en la investigación y evaluación de problemas ambientales, en busca de la protección y mejoramiento del ambiente



Fuente: elaboración propia.

Disminuyó de 97% a 84% el porcentaje de los estudiantes que sí se sentían motivados por participar activamente en la investigación y evaluación de problemas ambientales en busca de la protección y mejoramiento del ambiente, realizando las siguientes propuestas para conseguirlo:

- Disminuir el uso de reactivos, agua y energía eléctrica
- Tratamiento de aguas residuales del laboratorio
- Recirculación de agua utilizando una bomba en las prácticas, principalmente en condensadores.
- Usar menor concentración de reactivos en las prácticas
- Optimizar el uso de reactivos
- Reducir el consumo de papel enviando los trabajos por correo en vez de imprimirlos.
- Elaborar una política ambiental para la Escuela de Ingeniería Química
- Aumentando el control de las actividades del laboratorio
- Hacer pruebas a los desechos obtenidos en cada práctica
- Sustituir reactivos por otros menos perjudiciales
- Contar con lugares adecuados para almacenar, neutralizar y reutilizar los productos del laboratorio.
- Recibir capacitación previa sobre los reactivos utilizados y formas de desecho.
- Programas de reciclaje
- Sustituir los reactivos por otros menos contaminantes
- Hacer campañas de concientización
- Regular la cantidad de agua que se utiliza para lavar la cristalería

4.3. Descripción de la documentación del Sistema de Gestión Ambiental propuesto

Al planificar el desarrollo de un sistema de gestión ambiental siguiendo las directrices de la norma ISO 14001:2004, se buscó que este fuera auditable, para lo cual es necesario contar con algunos documentos escritos que evidencien los compromisos adquiridos voluntariamente por la organización.

4.3.1. Desarrollo de una propuesta de política ambiental

Se desarrollaron dos propuestas de política ambiental que se presentan a continuación:

4.3.1.1. Propuesta 1

El Laboratorio de Físicoquímica, dedicado a la formación práctica y teórica de futuros profesionales de la Ingeniería Química, en concordancia con la misión de la Facultad de Ingeniería de adaptarse a los desafíos del desarrollo sostenible, a través de sus objetivos y metas, se compromete a:

- Promover la conciencia ambiental en el personal que lo conforma, a través de capacitaciones y controles periódicos.
- Cumplir con los requisitos legales aplicables y otros que la organización suscriba.
- Mejorar continuamente y prevenir la contaminación, reduciendo y manejando integralmente los recursos y desechos generados.

4.3.1.2. Propuesta 2

El Laboratorio de Físicoquímica, dedicado a la formación práctica y teórica de futuros profesionales de la Ingeniería Química, en concordancia con la visión de la Universidad de San Carlos de Guatemala de utilizar sus recursos óptimamente, a través de sus objetivos y metas, se compromete a:

- Promover la conciencia ambiental en el personal que lo conforma, a través de capacitaciones y controles periódicos.
- Cumplir con los requisitos legales aplicables y otros que la organización suscriba.
- Mejorar continuamente y prevenir la contaminación, reduciendo y manejando integralmente los recursos y desechos generados.

4.3.2. Desarrollo de una metodología para identificar aspectos e impactos ambientales

Se desarrolló un procedimiento que consta de los siguientes pasos:

- Construir un diagrama de mapeo de cada procedimiento que se lleva a cabo en el Laboratorio de Físicoquímica, incluyendo entradas y salidas de materiales, así como interacciones con el ambiente.
- Construir una tabla donde se enumeren las sub-operaciones detallando el responsable y la frecuencia semestral de la siguiente manera:

Tabla I. **Formato para operaciones del Laboratorio de Físicoquímica**

Operación principal		Suboperación		Responsable	Frecuencia semestral
Código	Descripción	Código	Descripción		

Fuente: elaboración propia.

Para la identificación de aspectos ambientales, se tomarán en cuenta todas las operaciones que tengan o puedan tener un impacto sobre el medio ambiente.

- Elaborar una tabla (tabla LFQAASGA) para calificar los aspectos ambientales que tenga las siguientes columnas:

Tabla II. **Formato para tabla LFQAASGA**

Código	Descripción	Clasificación	Operación	Descripción de la operación	Detalle	Impacto
--------	-------------	---------------	-----------	-----------------------------	---------	---------

Fuente: elaboración propia.

En cada campo se colocará lo siguiente:

- Código: conjunto de letras de identificación sistemática de la siguiente manera: AALFQ##
- Descripción: nombre establecido por la organización para su manejo.

- Clasificación de impactos:
 - ✓ Directo: si la operación o actividad por si sola produce un impacto ambiental.
 - ✓ Indirecto: si la operación o actividad afecta a otra operación o actividad que produce un impacto ambiental.
 - ✓ Real: si el impacto ambiental ocurre en condiciones normales de funcionamiento del Laboratorio de Físicoquímica.
 - ✓ Potencial: si existe un riesgo de que ocurra, aunque no se cuente con evidencia de que haya ocurrido anteriormente.
 - Operación: códigos de las actividades dentro del mapeo con los cuales se identifica el aspecto ambiental en análisis.
 - Descripción de la operación: nombre establecido para la operación en la cual se identifica el aspecto ambiental en cuestión.
 - Detalle: clasificación interna del aspecto ambiental, para su manejo en grupos, o simplemente en lenguaje técnico aceptado.
 - Impacto: descripción de la interacción (negativa o positiva, real o potencial) con el ambiente.
- Se adiciona una columna a la tabla anterior con el nombre “Requisitos legales y otros requisitos”, en la cual se enlistan todas las leyes y

reglamentos aplicables vigentes relacionadas con los aspectos ambientales del laboratorio según el procedimiento LFQPSGA3.

Tabla III. **Formato para tabla LFQAASGA incluyendo requisitos legales y otros requisitos**

Código	Descripción	Clasificación	Operación	Descripción de la operación	Detalle	Impacto	Requisitos legales y otros requisitos
--------	-------------	---------------	-----------	-----------------------------	---------	---------	---------------------------------------

Fuente: elaboración propia.

- Entre los aspectos ambientales identificados, se valorarán los impactos conforme al procedimiento para determinar la significancia de los mismos, conforme a lo establecido en el procedimiento para identificar la significancia de los aspectos ambientales.

4.3.3. Desarrollo de procedimientos que aseguren la eficiencia en la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos

Se desarrolló un documento que contiene objetivos, metas, actividades críticas, puesto de trabajo relacionado, parámetros a monitorear, compromiso de la política, programa ambiental, plazo para evaluar la meta, recursos, responsables e indicadores, para medir el avance de la actuación sobre cada aspecto ambiental significativo.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados, se puede inferir lo siguiente acerca de los objetivos planteados:

5.1. Proponer una política ambiental en el Laboratorio de Físicoquímica

Al inicio del semestre, 99% de los alumnos se encontraban conscientes de la necesidad de contar con una política ambiental y se consideraban capaces de proponer una.

Entre las propuestas que hicieron, mostraron interés especialmente en evitar la contaminación a través de la mejora en la disposición final de los desechos y residuos generados.

Las respuestas de los estudiantes reflejan que al final del segundo semestre 2010 la política no había sido comunicada a estos miembros de la organización.

Esto representa una inconformidad con la norma ISO 14001:2004, en el inciso 4.2, que establece que la política ambiental “se comunica a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella”.

5.2. Desarrollar una metodología para identificar aspectos e impactos ambientales y procedimientos que aseguren la eficiencia en la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos

El comité implementador desarrolló una metodología para identificar aspectos ambientales significativos, basada en mapeo, a través de la cual estableció que los AAS y sus IA son los siguientes:

- AAS 1: generación de residuos sólidos no peligrosos del grupo VI_d, que son papel y cartón. El impacto al ambiente causado por este aspecto es real, directo y consiste en la disminución del recurso y la contaminación del suelo.
- AAS 2: generación de residuos sólidos no peligrosos del grupo VI_h, es decir, parafilm, papel mantequilla, papel absorbente contaminado y papel filtro. El impacto al ambiente causado por este aspecto es real, directo y consiste en la disminución del recurso y la contaminación del suelo.
- AAS 3: generación de residuos líquidos no peligrosos. Se refiere al agua de lavado de cristalería con residuos de reactivos, acetona, jabón y diferente temperatura. El impacto al ambiente causado por este aspecto es real, directo y consiste en la disminución del recurso hídrico y contaminación del agua.
- AAS 4: generación de residuos líquidos no peligrosos del grupo V, entiéndase aceite vegetal. El impacto al ambiente causado por este aspecto es real, directo y consiste en la disminución del recurso.

- AAS 5: generación de residuos líquidos peligrosos del grupo III, al que pertenecen las siguientes disoluciones acuosas: mezcla de jabón de manos y agua, mezcla de agua con sacarosa y cloruro de sodio, solución de cloruro de potasio, disolución acuosa de cloruro de cobre, disolución acuosa de cloruro de estaño, y disolución de hidróxido de sodio. El impacto al ambiente causado por este aspecto es directo y real, y consiste en disminución del recurso, contaminación del aire, contaminación del agua y afectación a la salud.
- AAS 6: generación de residuos gaseosos peligrosos. El impacto al ambiente causado es directo, real y consiste en contaminación del aire y afectación a la salud.
- AAS 7: derrames o dispersiones peligrosas. El impacto al ambiente es potencial, directo y consiste en la disminución del recurso, afectación a la salud, contaminación del aire, suelo y agua.
- AAS 8: procedimiento inadecuado de diseño y revisión de procedimientos. El impacto al ambiente causado por este aspecto es indirecto y real, y consiste en contaminación del aire, agua, suelo, disminución de recursos y afectación a la salud.
- AAS 9: entrenamiento inadecuado de los estudiantes. El impacto al ambiente es indirecto y real, y consiste en contaminación del aire, agua y suelo, y la disminución de recursos y afectación a la salud.
- AAS 10: consumo de energía eléctrica. El impacto al ambiente causado por este aspecto ambiental significativo es real, directo y consiste en disipación de calor.

Las respuestas de los estudiantes coinciden solamente en cuanto la generación de residuos sólidos y líquidos.

Se concluye que tienen conciencia de los aspectos ambientales relacionados con las actividades que ellos realizan en el laboratorio; sin embargo, desconocen los impactos ambientales relacionados.

Lo anterior generaría una inconformidad con lo que establece la norma ISO 14001:2004 en el inciso 4.4.2.: “La organización debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para que sus empleados o las personas que trabajan en su nombre tomen conciencia de: (...) b) los aspectos ambientales significativos, los impactos relacionados reales o potenciales asociados con su trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal”.

La metodología del mapeo permitió identificar necesidades de capacitación del personal, posibilidades de reducir la cantidad de sustancias químicas peligrosas, procedimientos donde se desperdiciaban reactivos y causas de generación de desechos que no eran evidentes para los catedráticos.

Además de las propuestas de política ambiental, se desarrollaron procedimientos que aseguren la eficiencia en la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos, ya que se cuenta con programas ambientales que contienen acciones específicas para cumplir con los objetivos ambientales del Laboratorio de Fisicoquímica.

Algunas prácticas del Laboratorio de Físicoquímica se modificaron de tal forma que se generarán menos residuos y se emplearán menos reactivos, lo cual reduce los costos de adquisición y la cantidad de desechos generados.

En la evaluación semanal realizada a los estudiantes, se incluyeron preguntas relacionadas con el manejo de reactivos, incluyendo peligrosidad y formas de desecho. En cada práctica, los estudiantes se encargaban de desechar *in situ* los reactivos empleados (neutralizando o almacenando para reutilizarlos) y de almacenar los residuos clasificándolos por grupos, según sus propiedades químicas. El hecho de que los estudiantes realicen actividades protegiendo el ambiente evidencia que se ha iniciado un proceso de educación ambiental; ya que han mejorado sus conocimientos y habilidades para manejar sustancias químicas peligrosas.

Figura 6. **Residuos clasificados en el Laboratorio de Físicoquímica**



Fuente: Laboratorio de Físicoquímica.

Figura 7. Guía publicada en el Laboratorio de Físicoquímica para clasificar y separar residuos por grupos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE RESIDUOS	PRACTICAS DE LABORATORIO O ENSAYOS EN LOS QUE SE PRODUCE	GRUPO	RIESGO	CANTIDAD PROMEDIO POR SEMANA
DLFQ-01	Acetona	LFQ1 Viscosidad LFQ1 Tensión superficial	Grupo II	Combustible	60.0ml
DLFQ-02	Aceite de cocina	LFQ1 Viscosidad	Grupo V	Combustible	60.0ml
DLFQ-03	Mezcla de jabón de manos y agua	LFQ1 Tensión Superficial	Grupo III	Contaminante	250.0ml
DLFQ-04	Mezcla de agua y ácido acético	LFQ1 Tensión Superficial LFQ1 Adsorción	Grupo IV	Corrosivo	500.0ml
DLFQ-05	Mezcla de agua y metanol	LFQ1 Tensión Superficial	Grupo II	Venoso Combustible	250.0ml
DLFQ-06	Mezcla de agua y etanol	LFQ1 Tensión Superficial	Grupo II	Venoso Combustible	250.0ml
DLFQ-07	Mezcla de agua y ácido fosfórico	LFQ1 Tensión Superficial	Grupo IV	Corrosivo	250.0ml
DLFQ-08	Mezcla de agua y ácido sulfúrico	LFQ1 Tensión Superficial	Grupo IV	Corrosivo	250.0ml
DLFQ-09	Mezcla de agua, sacarosa y cloruro de sodio	LFQ1 Osmosis	Grupo III	Seguro	1000ml
DLFQ-10	Papel filtro con carbón activado mojado con solución de ácido acético	LFQ1 Adsorción	Grupo VI	Contaminante	4.0g 10 unidades
DLFQ-11	Solución de Cloruro de Potasio	LFQ1 Punto de Fusión y Ebullición Variando Concentraciones de Sotuto y Presión	Grupo III	Seguro	100.0ml
DLFQ-12	Mezcla de Benceno y Cloruro de Potasio	LFQ1 Punto de Fusión y Ebullición Variando Concentraciones de Sotuto y Presión	Grupo II	Combustible	15.0ml
DLFQ-13	Mezcla de Agua, Acetato de etilo, etanol, ácido acético, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio y cloruro de sodio	LFQ1 Equilibrio de Reacción Química	Grupo VIIa	Corrosivo Venoso Combustible	250.0ml
DLFQ-14	Mezcla de agua, ácido benzoico y cloruro de sodio.	LFQ1 Solubilidad	Grupo IV	Corrosivo	500.0ml
DLFQ-15	Mezcla de Agar-agar y Nitrate de potasio	LFQ2 Electroquímica	Grupo VI	Contaminante	120.0g
DLFQ-16	Disolución acuosa de Cloruro de Estaño	LFQ2 Electroquímica	Grupo III	Corrosivo	50.0ml
DLFQ-17	Disolución acuosa de Cloruro de Cobre	LFQ2 Electroquímica	Grupo III	Corrosivo	50.0ml
DLFQ-18	Mezcla de agua, Yoduro de potasio, Persulfato de potasio, yodo, sulfato de potasio, sulfato ferroso, cloruro de potasio y almidón.	LFQ2 Cinética Química	Grupo VIIb	Corrosivo Venoso	1500.0ml
DLFQ-19	Mezcla de cloroformo y acetona	LFQ2 Equilibrio de fases binario: líquido-vapor	Grupo II	Combustible	100.0ml
DLFQ-20	Mezcla de Bromo, Bromoacetona, Acetona, Ácido Clorhídrico y Agua.	LFQ2 Bromación de la acetona	Grupo VIIc	Cancerígeno Tóxico Corrosivo Venoso	550.0ml
DLFQ-21	Mezcla de Agua, Tolueno, hidróxido de sodio, acetato de sodio y ácido acético.	LFQ2 Equilibrio de fases ternario: líquido – líquido	Grupo VIId	Combustible Corrosivo	200.0ml
DLFQ-22	Mezcla de 1-Naftol y Naftaleno	LFQ2 Equilibrio de fases ternario: sólido – líquido	Grupo VI	Venoso	18.0g
DLFQ-23	Mezcla de Azul de Metileno, ácido ascórbico, ácido deshidro L-ascorbico, leucoderivado del azul de metileno, Metanol, Ácido Sulfúrico y Agua.	LFQ2 Cinética de reacción: azul de metileno – ácido ascórbico	Grupo VIIe	Venoso	2000.0ml
DLFQ-24	Mezcla de Rojo de Metilo, etanol, ácido clorhídrico, acetato de sodio y agua.	LFQ2 Constante de disociación ácida del Rojo de Metilo	Grupo VIIf	Venoso Combustible	800.0ml
DLFQ-25	Disolución de Hidróxido de Sodio	LFQ1 Adsorción LFQ1 Equilibrio de Reacción Química LFQ1 Solubilidad LFQ2 Cinética Química LFQ2 Equilibrio de fases ternario: líquido – líquido	Grupo III	Corrosivo	200.0ml

Fuente: Laboratorio de Físicoquímica.

La recolección de material reciclable es una de las acciones para gestionar el aspecto ambiental significativo 1 (AAS 1): generación de residuos sólidos no peligrosos del grupo Vid, que son papel y cartón. Esta actividad sirvió para recaudar dinero para el mantenimiento del laboratorio y crear consciencia en los estudiantes sobre la importancia del reciclaje.

El Laboratorio de Físicoquímica analizó la causa-raíz del AAS 1, que era la elaboración de informes escritos a mano, de gran extensión e individuales. A

partir del primer ciclo del año 2011 los reportes se empezaron a hacer impresos a doble cara y en forma grupal (grupos de 5 personas aproximadamente), esto redujo la generación de residuos sólidos no peligrosos del grupo VIId en un 80%.

Figura 8. **Material recolectado para reciclaje**



Fuente: Laboratorio de Físicoquímica.

5.3. Desarrollar en los miembros aptitudes para resolver problemas ambientales

El incremento en un 5% de los estudiantes que consideran poseer aptitudes o habilidades para resolver problemas ambientales, se debe a que los alumnos utilizaron su ingenio para proponer modificaciones en las prácticas del laboratorio, identificando puntos críticos para desarrollar acciones correctivas tales como reemplazar reactivos, reutilizar soluciones y modificar los procedimientos.

Cabe resaltar que los miembros del laboratorio hicieron análisis de causa de algunos problemas del laboratorio y manejaron y clasificaron adecuadamente los reactivos y desechos.

Estas habilidades adquiridas y reforzadas que se hicieron a nivel laboratorio, mejoran la capacidad de los estudiantes para desempeñarse durante sus estudios y a nivel industrial durante su vida laboral.

5.4. Impulsar en los miembros actitudes de participación activa en la investigación y evaluación de problemas ambientales en busca de la protección y mejoramiento del ambiente

La cantidad de estudiantes que se sentían motivados por participar en este aspecto disminuyó de 97% a 84% para el final del semestre. Sin embargo, cuando se realizó esta pregunta se solicitó también elaborar una(s) propuesta(s) para proteger y mejorar el ambiente.

Las propuestas que los alumnos presentaron al final del semestre eran más concretas, tales como recircular el agua que se utiliza en la práctica de condensación. Esto quiere decir que quienes estaban interesados en un inicio, fortalecieron su motivación y mejoraron la calidad de sus propuestas.

5.5. Concientizar a los miembros para que se percaten del impacto que pueden producir al ambiente

Al inicio del semestre sólo 84% de los estudiantes estaban conscientes de los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental; pero al final del semestre un 100% considera conocerlos y es capaz de enumerarlos.

Definitivamente, se consiguió despertar la consciencia ambiental de los estudiantes. Ellos fortalecieron sus conocimientos acerca de la influencia que tienen sus acciones sobre la fauna y flora de su entorno.

5.6. Aprovechar los recursos económicos otorgados por una agencia internacional de tal forma que se pueda mejorar el desempeño ambiental de la organización de forma económicamente sostenible

Las capacitaciones que recibieron los miembros del comité implementador y las consultoras, así como las auditorías de seguimiento de la planificación e implementación del sistema de gestión ambiental, fueron aprovechadas para mejorar la realizada, la cual fue evaluada periódicamente en las auditorías.

El personal capacitado que se generó a partir del proyecto, tiene influencia en otras áreas de la Escuela de Ingeniería Química, como catedráticos en Química, Ecología, Legislación Ambiental y Operaciones Unitarias.

Los costos de reactivos y generación de desechos (mantenimiento del laboratorio) disminuyeron a partir de la implementación de prácticas ambientales. La recaudación de fondos a partir de la venta de papel para reciclar también benefició económicamente.

El desempeño ambiental de la organización mejoró debido a que empezaron a implementarse algunas prácticas de gestión ambiental, sobre todo en cuanto al manejo de residuos y desechos. Se redujo significativamente la cantidad de papel utilizada por los estudiantes para elaborar sus reportes. Estas mejoras se dieron como consecuencia de identificar las causas de los aspectos ambientales durante la elaboración de la propuesta del SGA.

El Laboratorio de Físicoquímica también adquirió consciencia de la importancia de los registros e incrementaron la cantidad de los mismos.

Por ser una organización de carácter docente, donde el interés principal son los estudiantes, el mayor beneficio que se obtuvo fue la conciencia ambiental en los estudiantes y los profesores involucrados, quienes transmiten sus conocimientos a otros cursos de la carrera de ingeniería.

Al inicio del semestre, 63% de los estudiantes creía conocer la definición de “sistema de gestión ambiental”. Esta cantidad se incrementó a 90% al final del semestre. Los estudiantes intentan definir sistema de gestión ambiental pero su definición no coincide con la de la norma ISO 14001:2004 debido a que ningún estudiante menciona que el sistema de gestión ambiental se utiliza para desarrollar e implementar una política ambiental y para gestionar los aspectos ambientales de la organización.

Al inicio del semestre, los alumnos que consideraban conocer la definición de SGA y presentaron respuestas muy variadas, coincidiendo la mayoría en que es un proceso basado en normas que protegen el ambiente y tratan de disminuir el impacto ambiental controlando los desechos producidos en un laboratorio o industria.

Los alumnos limitan la definición de SGA a procedimientos de manejo de desechos, debido a que es esta la actividad con la que ellos tienen una responsabilidad directa, porque deben seguir un procedimiento al respecto. Si el SGA llegara a implementarse, los alumnos estarían mejor informados y comprenderían la relación de seguir los procedimientos para cumplir con la política ambiental y gestionar los aspectos ambientales significativos.

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló la propuesta del sistema de gestión ambiental en el Laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química, como un proyecto que no es económicamente sostenible.
2. Se elaboraron dos propuestas de política ambiental que no se implementaron.
3. La metodología del mapeo de los procedimientos realizados en el laboratorio permitió identificar los elementos que interactúan con el ambiente.
4. Se documentaron procedimientos para dar seguimiento a la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos identificados.
5. Se consiguió desarrollar en 80% de los estudiantes del Laboratorio de Fisicoquímica aptitudes para resolver problemas ambientales debido a que aprendieron a hacer análisis de las causas de los aspectos ambientales del laboratorio, clasificar desechos, usar su ingenio, identificar puntos críticos, proponer acciones correctivas, modificar prácticas del laboratorio y manejar y clasificar adecuadamente los reactivos y desechos.
6. Se concientizó a 84% de los estudiantes y a 50% de los docentes del Laboratorio de Fisicoquímica utilizando un procedimiento de

capacitación, entrenamiento y sensibilización del personal del laboratorio. Al final del ciclo, disminuyó en 13% el porcentaje de los estudiantes que se sentían motivados por participar activamente en la investigación y evaluación de problemas ambientales, debido a que adquirieron conciencia de la complejidad de dicha problemática.

7. Se aprovecharon 70% de los recursos económicos otorgados por una agencia internacional, debido a que se mejoró el desempeño ambiental del Laboratorio de Físicoquímica capacitando al personal docente, modificando prácticas y disminuyendo los desechos generados.

RECOMENDACIONES

A la alta dirección

1. El desarrollo de un sistema de gestión ambiental debe iniciar con el compromiso de la alta dirección de la organización, demostrado por escrito en la política ambiental vigente.
2. La alta dirección y el comité implementador debe definir al inicio de la implementación la razón por la cual se desea implementar el sistema de gestión ambiental; por ejemplo, en este caso el propósito principal, la educación ambiental de los estudiantes.
3. La alta dirección debe supervisar y motivar el desarrollo de los proyectos apoyados por agencias internacionales, de tal forma que se les dé seguimiento y finalicen con éxito.
4. Aprovechar al personal capacitado para implementar el sistema de gestión ambiental propuesto, y replicar posteriormente este sistema en otros laboratorios de la Facultad de Ingeniería.
5. Implementar un sistema de gestión integrado de los desechos del Laboratorio de Físicoquímica y medidas para conseguir 100% de cumplimiento legal ambiental.

6. Para evaluar el avance en el cumplimiento de metas y objetivos ambientales, es esencial elaborar una línea base que describa el estado inicial de la organización.
7. En cuanto a la metodología de identificación de los aspectos ambientales, se recomienda utilizar la técnica del mapeo.
8. Para definir la significancia de los aspectos ambientales significativos, se deben definir criterios de significancia, acordes a la naturaleza de la organización. Para un laboratorio docente, es factible usar los tres criterios que definió el comité implementador: severidad, frecuencia y cumplimiento legal. La ponderación también debe ser sencilla, de tal forma que un código de colores del semáforo es el adecuado.
9. La formulación de los planes de acción para gestionar los aspectos ambientales significativos, se facilita haciendo un análisis causa-raíz que enumere los métodos, procedimientos, materiales, personal y equipos que causan cada aspecto ambiental significativo.
10. Los programas ambientales deben incorporarse dentro de los procedimientos de gestión de calidad de la organización, de forma que no representen una actividad adicional, sino que sean parte de las actividades cotidianas.
11. Para ordenar los documentos, registros y procedimientos del sistema de gestión ambiental es práctico archivarlos en un manual y adjuntarle una lista maestra que enumere cada documento detallando su ubicación y fecha de emisión o actualización.

BIBLIOGRAFÍA

1. BLANCO CORDERO, Blanca. *Gestión ambiental: camino al desarrollo sostenible*. Costa Rica: EUNED, 2007. 232 p.
2. CONESA FERNÁNDEZ-VITORA, Vicente; CONESA RIPOLL, V.; CONESA RIPOLL, L.A. *Los instrumentos de la gestión ambiental en la empresa*. España: Mundi-Prensa Libros, 1997. 541 p.
3. DE OLIVEIRA, Otávio José; PINHEIRO SERRA, Roberta Camila Muniz. “Best practices for the implantation of ISO 14001 norms: a study of change management in two industrial companies in the Midwest region of the state of São Paulo – Brazil”. *Journal of Cleaner Production*. 2009, vol. 17, núm. 9. 885 p.
4. EVANGELINOS, K.; NIKOLAOU, L. E.; KARAGIANNIS, A. “Implementation of Responsible Care in the chemical industry: Evidence from Greece”. *Journal of Hazardous Materials*, 2010. Vol. 177, núm. 1-3, 1166 p.
5. FACULTAD DE INGENIERÍA. Laboratorio de Fisicoquímica 1 y 2. *Manual del Estudiante del Laboratorio de Fisicoquímica 1 y 2*. Guatemala: USAC, 2010. 18 p.
6. GAVRONSKI, Luri; FERRER, Geraldo; PAIVA, Ely Laureano. “ISO 14001 certification in Brazil: motivations and benefit”. *Journal of Cleaner Production*, 2008. Vol. 16, núm.1, 1837 p.

7. GUATEMALA. Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República*. 1985. 235 p.
8. _____. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. Guatemala: 1986. 14 p.
9. _____. *Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos de América* [en línea]. <<http://competitividad.org.do/wp-content/uploads/2009/01/dr-cafta.pdf>>. [Consulta: 12 de julio de 2010].
10. HENS, Luc, et al. “*Performance of newly implemented Environmental Management Systems in primary schools in South Africa*”. *Journal of Environmental Management*. 2010, vol. 91, núm. 4. 2423 p.
11. MIKULIK, J.; BABINA, M. “*The Role of Universities in Environmental Management*”. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2009. Vol. 18, núm. 4. 748 p.
12. MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. GUATEMALA. *Política Nacional de Cambio Climático*. Guatemala: MARN, 2009. 14 p.
13. OEI. *Proclamación de la Década de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible* [en línea]. <<http://www.oei.es/decada/resonu.htm>>. [Consulta: 12 de julio de 2010].

14. _____. *Reunión de Viceministros de Educación de seguimiento a las Metas educativas 2021* [en línea]. 2010. <<http://www.oei.es/metas2021/noticias26.htm>>. [Consulta: 12 de julio de 2010].
15. ONU. *Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano* [en línea]. 1972. <<http://www.prodiversitas.bioetica.org/doc89.htm>>. [Consulta: 11 de julio de 2010].
16. _____. *Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.* [en línea]. 2002. <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/Spanish/WSSDsp_PD.htm>. [Consulta: 12 de julio de 2010].
17. _____. *Programa 21* [en línea]. 1992. <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/index.shtml>. [Consulta: 11 de julio de 2010].
18. _____. *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* [en línea]. 1998. <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>>. [Consulta: 12 de julio de 2010].
19. UNESCO. *Carta de Belgrado Informe final del Seminario Internacional de Educación Ambiental* [en línea]. 1975. <<http://www.medioambiente.gov.ar/archivos/web/EA/File/belgrado.pdf>> [Consulta: 11 de julio de 2010].

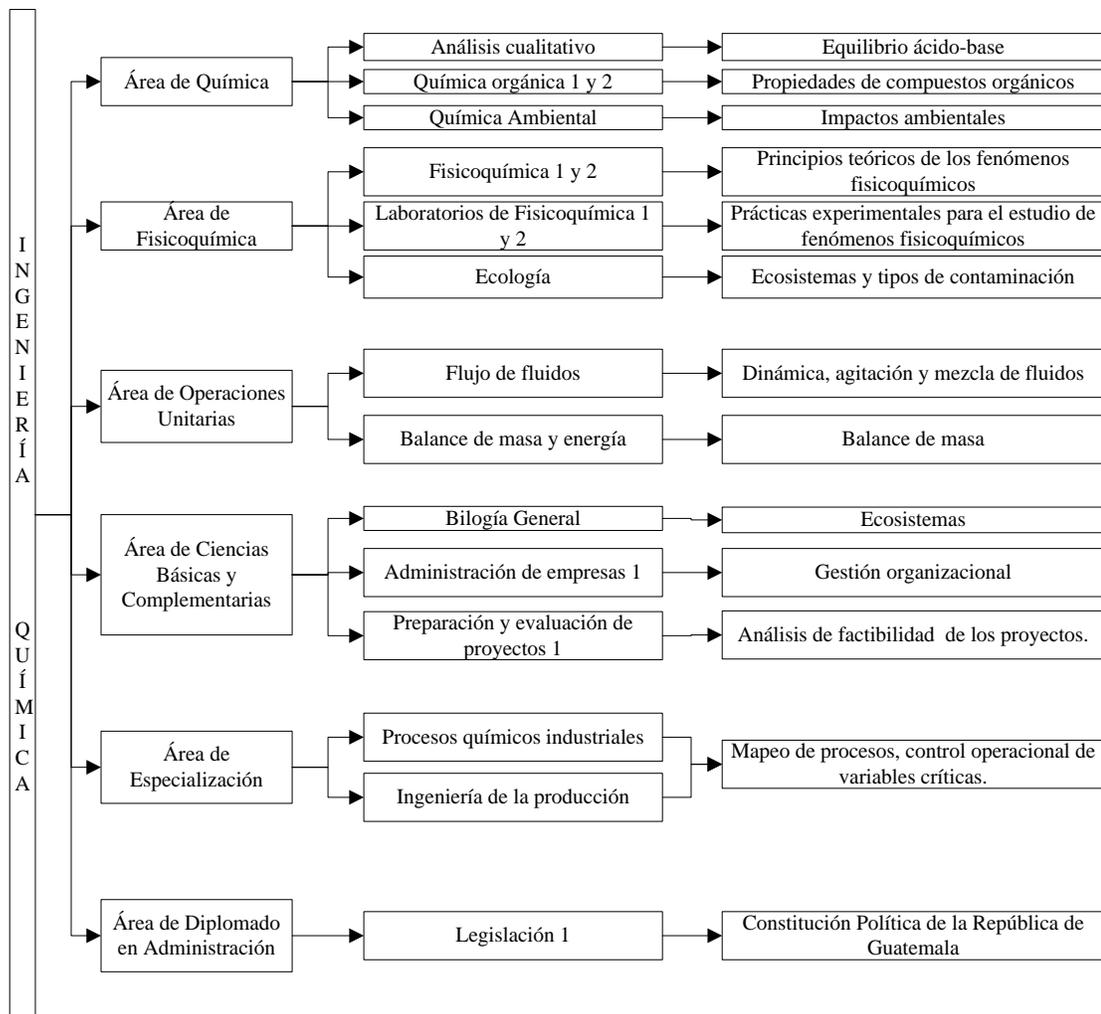
20. _____. *Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental* [en línea]. 1977. <<http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763sb.pdf>>. [Consulta: 11 de julio de 2010].

21. UNIVERSIDAD DE BOLONIA. *Magna Charta Universitatum* [en línea]. Bolonia: 18 de septiembre de 1988. <http://www.magna-charta.org/pdf/mc_pdf/mc_spanish.pdf>. [Consulta: 12 de julio de 2010].

22. WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our common future*. Estados Unidos de América: Oxford University Press, 1987. 400 p.

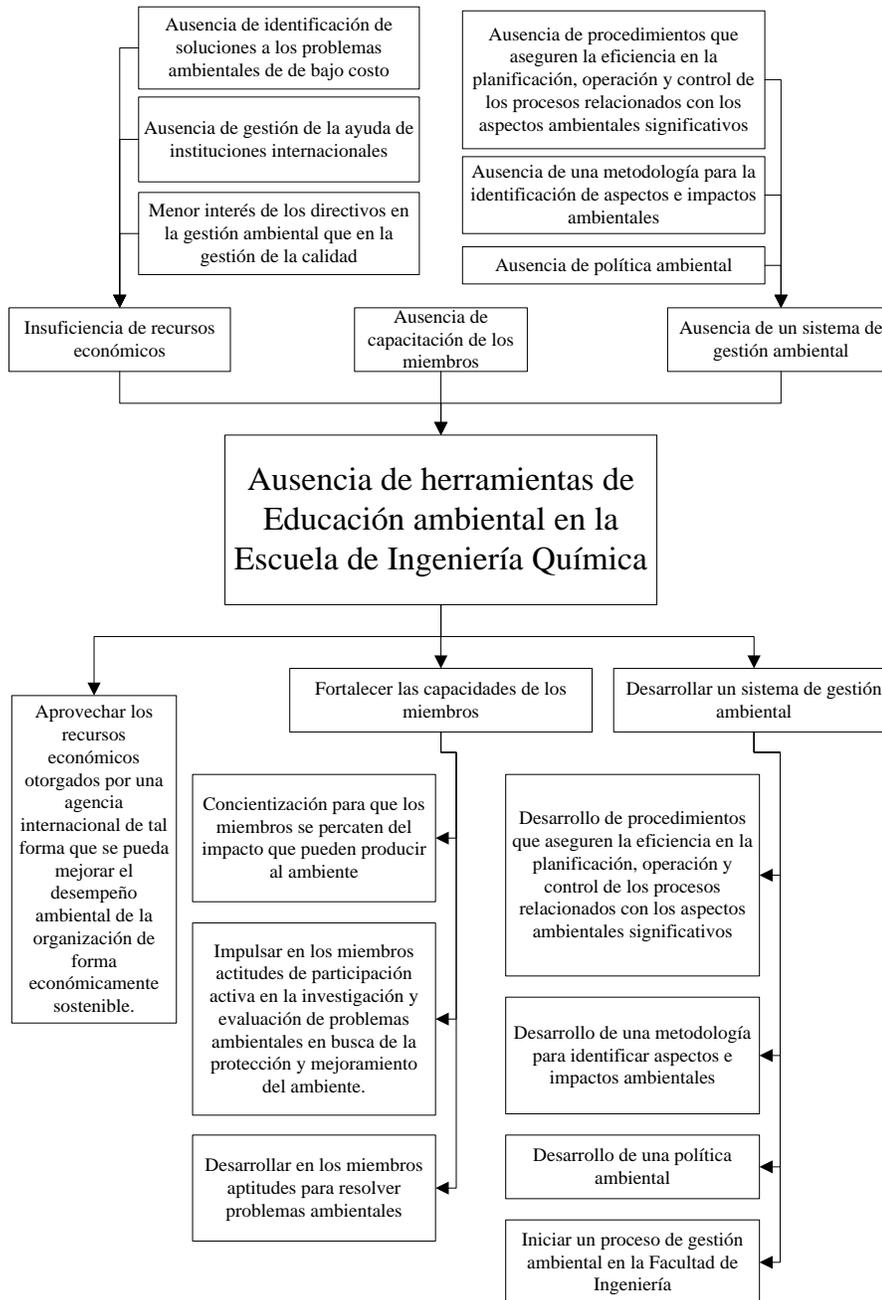
APÉNDICES

Apéndice 1. **Tabla de requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Formato de los cuestionarios con preguntas abiertas para los estudiantes del Laboratorio de Físicoquímica al inicio del ciclo**

Responda las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es un Sistema de Gestión Ambiental?
2. ¿Considera que es importante que el Laboratorio de Físicoquímica cuente con una Política Ambiental?
3. ¿Cuáles cree usted que son los aspectos ambientales del Laboratorio de Físicoquímica (elementos de las actividades, productos o servicios que pueden causar una alteración en el entorno) y sus respectivos impactos ambientales (reales o potenciales)?
4. ¿Cuáles cree que son los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal?
5. ¿Considera que usted posee aptitudes (habilidades) para resolver problemas ambientales? (responda sí o no y explique)
6. ¿Se siente usted motivado por participar activamente en la investigación y evaluación de los problemas ambientales del Laboratorio de Físicoquímica en busca de la protección y mejoramiento del ambiente? (Responda sí o no. En caso de que su respuesta sea sí, explique alguna(s) propuesta(s) que tenga para proteger y mejorar el ambiente)

Apéndice 4. **Formato de los cuestionarios con preguntas abiertas para los estudiantes del Laboratorio de Físicoquímica, antes y después de su experiencia con el sistema de gestión ambiental**

Responda las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es un Sistema de Gestión Ambiental?
2. ¿Cuál es la Política Ambiental del Laboratorio de Físicoquímica?
3. ¿Cuáles son los Aspectos Ambientales del Laboratorio de Físicoquímica y sus respectivos impactos ambientales (reales o potenciales)?
4. ¿Cuáles son los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal?
5. ¿Considera que usted posee aptitudes (habilidades) para resolver problemas ambientales? (Responda sí o no y explique)
6. ¿Se siente usted motivado por participar activamente en la investigación y evaluación de los problemas ambientales del Laboratorio de Físicoquímica en busca de la protección y mejoramiento del ambiente? (Responda sí o no. En caso de que su respuesta sea sí, describa alguna(s) propuesta(s) que tenga para proteger y mejorar el ambiente)

Apéndice 5. **Formato de entrevista a miembros del comité implementador**

1. Cree que con el desarrollo de la propuesta del Sistema de Gestión Ambiental según la norma ISO 14001:2004 en el Laboratorio de Físicoquímica, se ha iniciado un proceso de gestión ambiental en la Facultad de Ingeniería? (responda sí o no y explique)
2. ¿Cuál es la metodología que se utilizó para identificar aspectos e impactos ambientales del Laboratorio de Físicoquímica y cuál es su opinión acerca de la misma?
3. ¿Piensa que los procedimientos del Sistema de Gestión Ambiental aseguran eficiencia en la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos del Laboratorio de Físicoquímica? (responda sí o no y explique)
4. ¿Considera que a través de su participación en el desarrollo del Sistema de Gestión Ambiental ha adquirido aptitudes (habilidades) para resolver problemas ambientales? (responda sí o no y explique)
5. ¿Se siente usted motivado por participar activamente en la investigación y evaluación de los problemas ambientales del Laboratorio de Físicoquímica en busca de la protección y mejoramiento del ambiente? (Responda sí o no. En caso de que su respuesta sea sí, explique alguna(s) propuesta(s) que tenga para proteger y mejorar el ambiente)

6. En relación con su trabajo, ¿Cuáles son los aspectos ambientales significativos, los impactos reales o potenciales, y los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental?

7. ¿Considera que el desarrollo del sistema de gestión ambiental en el Laboratorio de Físicoquímica es económicamente sostenible? (Responda sí o no y explique)

8. ¿Cuál fue la mayor dificultad que se presentó al desarrollar la propuesta del SGA?

ANEXOS

Anexo 1. Formatos de registros

- a) Formato de las actas de las reuniones realizadas para la planificación del sistema de gestión ambiental ISO 14001:2004:

Laboratorio de Físicoquímica

Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala

Acta de la reunión

Fecha

Hora

I. Asistentes

II. Reseña de lo trabajado en la reunión

III. Compromisos/próximos pasos:

Compromiso	Responsable	Fecha de cumplimiento

IV. Firmas de los asistentes:

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- b) Formatos de los Registros del Sistema de Gestión Ambiental del Laboratorio de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería.

LABORATORIO DE FÍSICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.a. **Registros LFQPSGA1 “Identificación de aspectos ambientales”**

Fecha	Código de procedimiento	Aspecto ambiental identificado	Código de AA	Identificado por:	Firma	Firma de aprobación

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FÍSICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.b. **Registros LFQPSGA2 “Determinación de significancia de los aspectos ambientales”**

Fecha	Código de AA	Valor de significancia	Observaciones	Determinado por:	Firma	Firma de aprobación

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.c. **Registros LFQPSGA3 “Identificación de requisitos legales y otros requisitos”**

Fecha	Requisitos legales y otros requisitos identificados (adicionados al listado)	Código de aspectos ambientales relacionados	Identificados por	Firma	Firma de aprobación

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.d. **Registros LFQSGA4 “Capacitación, entrenamiento y sensibilización del personal del laboratorio”**

Fecha	Tipo de capacitación o entrenamiento	Temas tratados	Personal capacitado	Elementos utilizados	Capacitador	Firma	Firma de aprobación

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.e. **Registros LFQPSGA5 “Comunicación”**

Fecha	Tipo de comunicación	Medio de comunicación	Personal implicado	Motivo específico	Firma de aprobación

Fuente: Comité implementador del sistema de gestión ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.f. **Registros LFQPSGA6 “Control de documentos”**

Fecha	Documento	Modificación u observación	Revisado por:	Firma	Firma de aprobación

Fuente: Comité implementador del sistema de gestión ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.g. **Registros LFQPSGA7 “No conformidades, acciones correctivas y/o preventivas”**

Fecha de auditoría:	Área:	
Auditado:	Puesto del auditado:	
Auditor(es):	Fecha de emisión:	
Requisitos del ISO 14001 y/o sección del manual del SGA:		
No conformidad		
Para ser llenado por el personal del laboratorio		
Análisis de causa-raíz		
Acción correctiva y/o preventiva		
Responsable de implantación:	Fecha de cumplimiento (meta):	Fecha completada:
Efectividad		
Verificación del Auditor: (firma)		Fecha de la verificación:
Encargado del área o delegado : (firma)		Fecha:
Revisión de cierre		
Auditor líder: (firma)		Fecha:

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.h. **Registros LFQPSGA8a “Programa de auditorías internas”**

Fecha inicio	Fecha final	Áreas a auditar	Actividades a auditar	Motivo de la auditoría	Requisitos aplicables	Equipo auditor propuesto	Firma de aprobación

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.i. **Registros LFQPSGA8b “Hallazgos de auditores”**

Fecha	Área	Actividad	Hallazgo	Firma de auditor	Firma de aprobación

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.j. **Registros LFQPSGA8c “Informe de auditoría interna”**

Datos del equipo auditor	
Auditor líder	
Equipo auditor	
Objetivo:	
Alcance	
Documentos de referencia	
Fecha de inicio	
Fecha de finalización	
Conclusiones del equipo auditor	
Anotaciones iniciales	
Aspectos relevantes	
Aspectos por mejorar	
Hallazgos de la auditoría	
Descripción de no conformidades	
Conclusiones y recomendaciones	
Anexos	

Firma auditor líder

Firma de aprobación

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.k. **Registros LFQPSGA9 “Evaluación del cumplimiento”**

Fecha	AAS	Objetivo u meta	Requisitos legales y otros requisitos relacionados	Grado de cumplimiento	Acción correctiva (incluir fecha y recursos para la acción correctiva)	Nombre y firma del proponente de la acción correctiva y del supervisor de laboratorio	Efectividad de la acción correctiva		
							Fecha de verificación	Resultado	Firma del verificador (comité de implementación y representante de la alta dirección)

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.l. **Registros LFQPSGA10 “Preparación y respuesta ante emergencias”**

Fecha de la actividad	Actividad (simulacro/emergencia /revisión del procedimiento)	Encargado de la actividad	Informe de la actividad			Firma del supervisor del laboratorio	Acción tomada por el supervisor del laboratorio
			Fecha del informe	Resultados	Firma del verificador (comité de implementación y representante de la alta dirección)		

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.m. **Registros LFQSGA11 “Medición y seguimiento”**

AAS	Indicador	Magnitud del indicador	Medida		Seguimiento		Verificación o calibración	
			Fecha	Firma del responsable	¿Cumple con las metas?	Firma del responsable	Fecha	Firma del responsable

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA EIQ USAC
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Formato 1.n. **Registros LFQSGA11 “Medición y seguimiento”**

Fecha de medición	Código AAS	Indicador	Equipo	Fecha de calibración o verificación	Firma de aprobación

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

Anexo 2. **Entrevista al coordinador del comité implementador del SGA ISO 14001:2004. Br. William Fagiani, estudiante de Ingeniería Química y Auxiliar de Cátedra del Laboratorio de Fisicoquímica, de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería**

1. Cree que con el desarrollo de la propuesta del Sistema de Gestión Ambiental según la norma ISO 14001:2004 en el Laboratorio de Fisicoquímica se ha iniciado un proceso de gestión ambiental en la Facultad de Ingeniería? (Responda sí o no y explique)

Sí, pero va a tardar mucho que empiece. Hay interés por parte del decano. No sé cómo se está iniciando el proceso en la Facultad. También está interesado en el proceso el director de la Escuela de Ingeniería Química.

2. ¿Cuál es la metodología que se utilizó para identificar aspectos e impactos ambientales del Laboratorio de Fisicoquímica y cuál es su opinión acerca de la misma?

El método del mapeo. Al principio el método no se definió bien, un poco vago. Pero cuando se hace bien funciona. Después del mapeo se hicieron unas tablas de calificación de los aspectos ambientales, que se calificaron con varios criterios. Por ejemplo, con los reactivos, salía que eran peligrosos. Se hizo una escala con un código de colores para ver si eran peligrosos. El impacto ambiental se evaluó para saber si era significativo o no y si era potencial o no.

Sí recomendaría la metodología, pero habría que afinarla bien y estandarizarla. La metodología es complicada al principio, si uno no la entiende; al entenderla es muy sencilla.

3. ¿Piensa que los procedimientos del Sistema de Gestión Ambiental aseguran eficiencia en la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos del Laboratorio de Físicoquímica? (Responda sí o no y explique)

Quando están dentro de los procedimientos normales sí ayudan; pero cuando los toman como algo aparte no, más bien complica todo, agregan más carga. Tienen que implementarse con la gestión normal, con la gestión de calidad del laboratorio, en este caso. Tienen que estar juntos para que funcione, si está separado es solo una carga más.

4. ¿Considera que a través de su participación en el desarrollo del Sistema de Gestión Ambiental ha adquirido aptitudes (habilidades) para resolver problemas ambientales? (Responda sí o no y explique)

Sí, para plantear ideas; pero no para resolver problemas, no hemos resuelto un problema real. Las situaciones de contaminación ambiental que se identificaron eran muy obvias como las de los reactivos. A nivel laboratorio está bien, a un nivel industrial no hay pruebas de que pueda.

5. ¿Se siente usted motivado por participar activamente en la investigación y evaluación de los problemas ambientales del Laboratorio de Físicoquímica en busca de la protección y mejoramiento del ambiente? (Responda sí o no. En caso de que su respuesta sea sí, explique alguna(s) propuesta(s) que tenga para proteger y mejorar el ambiente)

No, definitivamente no.

6. En relación con su trabajo, ¿cuáles son los aspectos ambientales significativos, los impactos reales o potenciales, y los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental?

El uso de los reactivos, de las sustancias químicas. Para mí eso era lo más peligroso potencialmente y también el manejo de residuos. Los beneficios ambientales de controlar mejor ese aspecto son evitar la contaminación del suelo al desechar los residuos correctamente y la preservación de la salud también es un beneficio que se obtiene.

7. ¿Considera que el desarrollo del sistema de gestión ambiental en el Laboratorio de Fisicoquímica es económicamente sostenible? (responda sí o no y explique)

En teoría sí, porque el reciclaje era el que nos daba algunos recursos y era una actividad del sistema, en ese sentido podría haber sido económicamente sostenible. Pero, las autoridades tuvieron que involucrarse y al introducirlas se empezó a perder ese proyecto por el proceso que había que hacer para que dieran dinero. El sistema tiene que sostenerse con el dinero disponible para el mantenimiento del laboratorio. Practicar una forma distinta de desecho de los reactivos no es sostenible porque hay que realizar un pago muy alto para procesar los residuos. En conclusión no es totalmente sostenible económicamente.

8. ¿Cuál fue la mayor dificultad que se presentó al desarrollar la propuesta del SGA?

Ordenar información para plantearlo porque no se dio a entender desde qué punto de vista se debía plantear el sistema. Si se hubiera entendido el enfoque del mismo desde el principio, hubiera sido más fácil.

Anexo 3. **Entrevista al miembro del comité implementador del SGA ISO 14001:2004. Ing. José Manuel Tay Oroxóm, catedrático del Laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería**

1. Cree que con el desarrollo de la propuesta del Sistema de Gestión Ambiental según la norma ISO 14001:2004 en el Laboratorio de Fisicoquímica se ha iniciado un proceso de gestión ambiental en la Facultad de Ingeniería? (Responda sí o no y explique)

Sí, se ha iniciado pero de manera muy preliminar. Creo que para que se consolide y se pueda considerar como un sistema que está activo, se necesita que pase mucho tiempo y muchas cosas. Es una buena demostración de lo que se puede hacer, pero no necesariamente la Facultad de Ingeniería va a implementar eso; puede ser que implementen otras cosas que tienden a hacer lo mismo, pero que se denominan de otra forma. Por ejemplo, están implementando las oficinas verdes, los sistemas de producción más limpia que más o menos buscan lo mismo, pero que conceptualmente son otra cosa.

2. ¿Cuál es la metodología que se utilizó para identificar aspectos e impactos ambientales del Laboratorio de Fisicoquímica y cuál es su opinión acerca de la misma?

Yo creo que es una buena metodología, se le dio participación a todas las personas que estaban involucradas y se llegaron a identificar los aspectos de una manera muy concreta que afortunadamente dentro del laboratorio nos dimos cuenta que no son muy trascendentales ni complicados.

La metodología consistía en que cada quien opinaba respecto de los aspectos ambientales que tenían a su criterio alguna relevancia y a medida que se fue discutiendo fueron apareciendo cosas que parecían no tener importancia al principio como el caso del papel, por ejemplo. Todos piensan que en un laboratorio de carácter docente como el de la Escuela de Ingeniería Química el problema iba a ser los residuos o los compuestos químicos y resultó como sorpresa que no era exactamente eso; eso tiene su importancia pero relativamente no es tan grande, es mucho más importante la parte de las relaciones de trabajo. Yo creo que fue muy interesante y para el trabajo del laboratorio funcionó muy bien.

3. *¿Piensa que los procedimientos del Sistema de Gestión Ambiental aseguran eficiencia en la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos del Laboratorio de Físicoquímica? (responda sí o no y explique)*

Sí, por supuesto. Si se hace una planificación bien organizada de las actividades, obviamente los procesos relacionados con los aspectos ambientales significativos deben tomar una parte muy importante. Nosotros los estamos tomando en consideración ya, de tal manera que en los programas y en todos los procedimientos; e incluso en la forma de desarrollar el trabajo por parte de los estudiantes, eso ya se integró.

Operativamente, se desarrolla. Esta semana que está por llegar vamos a desarrollar ya algún seguimiento sobre la forma en que los estudiantes perciben estos controles, de qué forma los están desarrollando y qué ideas tienen para mejorar.

La idea es involucrarse en el proceso de la mejora continua y entonces ya tenemos organizada la forma de poder recoger todas las opiniones y plantear una nueva programación en función de la información que vayamos a obtener.

El control es importante porque la mejor manera de controlar los procesos en el laboratorio es a través de las calificaciones, entonces eso nos da un índice de hasta dónde el estudiante se involucra. Yo creo que en cuestiones de planificación, eso manda.

4. ¿Considera que a través de su participación en el desarrollo del Sistema de Gestión Ambiental ha adquirido aptitudes (habilidades) para resolver problemas ambientales? (Responda sí o no y explique)

Sí, por supuesto. Realmente el sistema es una forma muy práctica de tomar en consideración algunas acciones que a veces se toman de manera desordenada y muy errática. El sistema nos organiza y los pone en orden para poder desarrollarlos uno después de otro. Esto nos permite entonces generalizar algunas cosas, no necesariamente tiene uno que estar inmerso dentro del sistema para poder aplicar algunas cosas que se aprenden ahí.

Yo he aplicado algunas otras cosas en el otro laboratorio (Laboratorio de Operaciones Unitarias) donde el sistema no está en lo absoluto implementado, pero ya algunas cosas se han derivado de aquí y se están poniendo en práctica. O sea que sí, después de pasar por eso, la persona queda inmersa en el tema, entonces ya no lo puede pasar por alto, se deben considerar algunas cosas, debe ser a lo que le llaman la consciencia.

5. ¿Se siente usted motivado por participar activamente en la investigación y evaluación de los problemas ambientales del Laboratorio de Fisicoquímica en busca de la protección y mejoramiento del ambiente? (responda sí o no. En caso de que su respuesta sea sí, explique alguna(s) propuesta(s) que tenga para proteger y mejorar el ambiente)

Sí, yo creo que la motivación no es solo mía. Todos los profesores titulares y auxiliares están conscientes y ellos están cuidando y participando activamente en estos componentes. Y cada vez que nos toca hablar del Laboratorio de Fisicoquímica, es parte de nuestros logros, yo creo que eso repercute en las otras unidades. Esto creo que también motivó a las autoridades, e incluso hasta a la decanatura para poder empezar nuestros otros programas. La “chispa” que originó esto fue justamente esta iniciativa que al principio no se entendía muy bien porque es un poco complejo. A veces la motivación hay que tenerla muy bien fundamentada porque sí hay algunas cosas que son adversas, entonces ahí es donde la motivación que uno ha logrado se pone a prueba.

Acerca de la propuesta concreta para proteger y mejorar el ambiente, sí, yo creo que esta es muy importante. Ahora ya no tenemos acumulación de residuos, el estudiante tiene que encontrar la manera de poderlos disponer. Entonces eso obliga a que tenga cuidado de su generación y se involucre en la investigación de cómo disponerlos. Solamente hay algunos que se deben que acumular, pero ya encontramos la forma de disponerlos a través de una colaboración de una industria guatemalteca que va a colaborar con nosotros para los residuos que no podemos disponer de manera razonable en nuestras instalaciones.

Cuando recibimos este inicio de año y empezamos a hacer el inventario de residuos, nos aparecieron “de forma mágica” una cantidad de alrededor de 100 frascos, el problema era que todos estaban llenos y no sabíamos qué contenían. Con base en esa experiencia nos dimos cuenta que no debíamos fomentar eso. Hasta ahora tenemos solamente acumulados los que no podemos disponer, pero es mínimo y estamos cumpliendo con la caracterización porque nos dijeron (la industria guatemalteca) que si se hacían cargo de ellos tenían que saber exactamente qué llevaban.

Ellos (la industria guatemalteca) los queman, la ventaja es que es un procedimiento comercial de ellos, pero como nosotros no podemos pagar nos van a hacer una colaboración espontánea. Eso es un gran logro e incluso se está pensando expandir esto a los otros laboratorios de la universidad, que podría ser un servicio de esta empresa con una repercusión grande que también beneficiaría a la empresa. No se ha iniciado la recolección de residuos por parte de esta industria, pero se tiene la promesa de que lo podemos hacer.

6. En relación con su trabajo, ¿Cuáles son los aspectos ambientales significativos, los impactos reales o potenciales, y los beneficios ambientales de un mejor desempeño ambiental?

El mayor beneficio que yo percibo es la consciencia de los estudiantes, yo creo que eso es lo más importante. Recuerde que nuestro producto son los estudiantes, estudiantes capacitados o preparados. Entonces, en esa parte, ellos cuando llegan no tienen ninguna información y cuando salen, ellos ya saben de qué se trata el asunto. Entonces, el impacto ambiental que más se desarrolla es la consciencia que ellos tienen, más que el trabajo de ubicar residuos o de evitar generarlos.

Yo creo que el éxito es justamente el poder impactar en la consciencia de los estudiantes; eso para mí, relacionado con el trabajo, es lo más importante. Como no somos una unidad que produce cosas, que produce bienes materiales, sino que nuestro producto es imponderable.

Tenemos una ponderación numérica para estas actividades, por ejemplo, la actividad de la próxima semana (evaluación a los estudiantes sobre conceptos relacionados con el sistema de gestión ambiental) tiene una valoración. Nosotros calificamos, tenemos una nota que pasamos durante la práctica, entonces todas estas cosas están siendo evaluadas. Ahí tenemos una información cuantitativa de los resultados, y nos podemos dar cuenta de qué tanto han aceptado los estudiantes, o sea que sí hay constancia numérica de los resultados.

7. *¿Considera que el desarrollo del sistema de gestión ambiental en el Laboratorio de Físicoquímica es económicamente sostenible? (Responda sí o no y explique)*

No, no es sostenible, espontáneamente no. Nosotros tenemos que hacer actividades un tanto “artificiales”; hace dos semanas hicimos una campaña de reciclamiento de papel y de aluminio, que es una manera indirecta para pedir colaboración económica a los estudiantes para reunir algunos fondos porque hay algunas cosas que la administración central no provee. Entonces, si tuviéramos que pagar la forma de deshacernos de estos residuos, obviamente es muy caro y no sería sostenible. A través de esas y algunas cosas que hemos dejado de hacer es que no tenemos recursos. En este momento no es sostenible. El laboratorio no genera los recursos como para poder pagar y como no cobramos, prácticamente todo debe venir de la administración o de la colaboración de los estudiantes que no está permitida.

8. ¿Cuál fue la mayor dificultad que se presentó al desarrollar la propuesta del SGA?

Yo creo que siempre ha sido la poca comprensión de las autoridades superiores. La mayor dificultad creo que fue conceptual de parte nuestra; nosotros lo iniciamos como una iniciativa del laboratorio y no como una motivación de las autoridades superiores, entonces lo que siempre se dijo es que la ruta administrativa iba en la inversa, porque nosotros estábamos tratando de convencer a los jefes de que lo que estábamos haciendo es importante y ellos no lo consideraron importante al principio y cuando lo consideraron importante, lo modificaron a otra cosa.

Eso no creo que lo haya detenido porque esto ya no se puede detener, pero sí la formalización del sistema como tal, sí sufrió un “descalabro” en las últimas fechas porque con la intervención de la dirección el sistema cesó. Entonces como sistema formal terminó su gestión, nosotros lo seguimos como una iniciativa propia sin cumplir algunas cosas que son requisitos dentro de la norma ISO 14001:2004. Lo tenemos tropicalizado a nuestra realidad, pero no debería ser así porque como tal debería seguir. La última supervisión (por parte del programa ELE de USAID) nos dejó a nuestra buena suerte con lo que pudiéramos lograr; lo estamos desarrollando de la mejor manera, con todas las indicaciones que tuvimos, con la interpretación nuestra.

Sí se están llevando registros, pero no con el nivel de disciplina que requiere la norma porque las personas entienden la norma a su manera y quienes se habían capacitado ya no están. La persona que estaba liderando esto, por dificultades administrativas, ya no está. Los auxiliares del laboratorio llevan registros de los residuos, la generación de papel y la forma en que esto se está haciendo público en nuestra estructura.

No hemos logrado que la dirección emita la política, no nos permitieron publicar la nuestra; hicieron una para la Escuela de Ingeniería Química; pero no es una política ambiental. Eso demuestra que no hay compromiso de la alta dirección. Iniciar el proceso en la Universidad es muy lento, pero estamos satisfechos con lo que se ha hecho.

Anexo 4. **Procedimiento para la determinación de significancia de los aspectos ambientales**

- Finalidad: establecer el procedimiento para determinar la significancia de cada aspecto ambiental identificado, resultante de las actividades o servicios que se llevan a cabo en el Laboratorio de Físicoquímica, resultantes del procedimiento LFQPSGA1.
- Alcance: este procedimiento se aplica a todos los aspectos ambientales identificados para el Laboratorio de Físicoquímica.
- Responsabilidad: es responsabilidad de los catedráticos y auxiliares del Laboratorio de Físicoquímica determinar la significancia de los aspectos ambientales de su organización.
- Frecuencia: cada vez que se determinen nuevos aspectos ambientales o se revisen los aspectos ambientales vigentes de conformidad con el procedimiento LFQPSGA1.
- Requisitos: la identificación de aspectos ambientales es un proceso documentado, por lo que debe cumplir los requisitos y formalidades establecidas en el Procedimiento de Control de Documentos.
- Documentos de referencia: mapeo de los procesos del Laboratorio de Físicoquímica, listado de los requisitos legales y otros requisitos aplicables al Laboratorio de Físicoquímica (LFQDSGA1), catálogo de reactivos químicos MERCK (versión 1996) y Norma ISO 14001:2004.

- Procedimiento: adicionar a la tabla de aspectos ambientales identificados, las siguientes columnas:

Formato 4.a. **Calificación de aspectos ambientales**

Severidad	Severidad	Frecuencia	Cumplimiento legal	Significancia
Sustancia calificada				

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

Donde severidad, frecuencia y cumplimiento legal son los criterios de significancia establecidos por el Laboratorio de Físicoquímica. En la columna de sustancia seleccionada se debe especificar el nombre de la sustancia más peligrosa del grupo de sustancias o materiales pertenecientes al aspecto ambiental en análisis. A cada campo se le debe asignar una calificación utilizando el siguiente código de colores:

Formato 4.b. **Calificación de severidad**

COLOR	SIGNIFICADO
Rojo	Cuando la "sustancia calificada" representa uno o más peligros para la salud humana (inflamable, tóxico, nocivo, corrosivo u otro) según el manual de MERCK.
Verde	Cuando la "sustancia calificada" no representa peligro para la salud humana según el manual de MERCK.

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

Formato 4.c. **Calificación de frecuencia**

COLOR	SIGNIFICADO
Rojo	1024 veces por semestre
Amarillo	Entre 200 y 1023 veces por semestre
Verde	Entre 0 y 199 veces por semestre

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

Formato 4.d. **Calificación del cumplimiento legal**

COLOR	SIGNIFICADO
Rojo #	Existen requisitos legales u otros requisitos aplicables (colocar la cantidad de requisitos en el campo).
Verde	No existen requisitos legales u otros requisitos aplicables.

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

En el campo significancia de la tabla se coloca la palabra “Significativo” o “No significativo” según el siguiente criterio:

Formato 4.e. Determinación de la significancia

Significancia	Condición
Significativo	Por lo menos rojo en el campo de cumplimiento legal
	Por lo menos rojo en el campo de frecuencia
	Rojo en el campo de severidad y amarillo en el campo de frecuencia.
No significativo	Rojo solo en el campo de severidad
	Verde en los tres campos

Fuente: Comité implementador del sistema de gestión ambiental.

- Registros:
 - Tabla LFQAASGA, disponible en el sitio oficial: www.labfisico-eiq-usac.tk
 - Listado de aspectos ambientales significativos (LFQDSGA2)
- Historia de revisiones

Formato 4.f. Historia de revisiones

Fecha	Revisión	Descripción del cambio
10/05/2010	1.0	Emisión de la primera versión

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

Anexo 5. **Procedimiento de capacitación, entrenamiento y sensibilización del personal del laboratorio**

- Finalidad: establecer el procedimiento para determinar las necesidades presentes y futuras de capacitación, entrenamiento y sensibilización, así como los temas específicos en los que cada persona o equipos de personas dentro del alcance del sistema de gestión ambiental debe ser capacitada, entrenada o sensibilizada.

- Alcance: este procedimiento aplica a los catedráticos, auxiliares, estudiantes del Laboratorio de Fisicoquímica y personal externo de servicios.

- Frecuencia:
 - Estudiantes: mínimo una vez por semestre.
 - Catedráticos y Auxiliares: mínimo una vez al año.

- Responsabilidad: es responsabilidad del supervisor coordinar y planificar la capacitación, entrenamiento y sensibilización de los catedráticos y auxiliares. También es su responsabilidad, mantener los registros relacionados con la capacitación, formación, entrenamiento o sensibilización de las personas que realizan tareas en el laboratorio o en su nombre.

El supervisor, catedráticos y auxiliares deberán identificar semestralmente las nuevas necesidades de capacitación, entrenamiento y sensibilización antes de la capacitación de los estudiantes. Esto deberá reflejarse en los programas semestrales de cada curso y de todos los catedráticos.

Es responsabilidad del (o los) auxiliar(es) más antiguo(s) coordinar y planificar la capacitación, entrenamiento y sensibilización, de los estudiantes.

Es responsabilidad de los auxiliares y catedráticos capacitar, entrenar y sensibilizar a los alumnos de las secciones que tengan a su cargo.

- Documentos de referencia: Norma ISO 14001:2004, Manual de Laboratorio de Fisicoquímica I y II, Manual del Sistema y documentos relacionados con el SGA
- Procesos y requisitos:
 - Identificación de las necesidades de capacitación, entrenamiento y sensibilización.
 - El supervisor, catedráticos y auxiliares deberán identificar semestralmente las nuevas necesidades y temas de capacitación, entrenamiento y sensibilización de los estudiantes, lo que incluye como mínimo:
 - ✓ La importancia de cumplir con la política ambiental, y las consecuencias de no cumplir con los procedimientos e instructivos del SGA;
 - ✓ Los Aspectos Ambientales Significativos (AAS) e impactos reales o potenciales derivados de las actividades que realiza dentro del laboratorio, así como los beneficios ambientales de mejorar su desempeño ambiental;

- ✓ Sus roles y responsabilidades para cumplir con el manual del laboratorio y procedimientos del SGA que le apliquen, incluyendo la prevención de la contaminación;
 - ✓ Los objetivos ambientales y las metas detalladas y sus roles y responsabilidades en apoyar el logro de ellos (si aplica);
 - ✓ Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados;
 - ✓ La relación que existe entre las actividades del laboratorio y las necesidades reales de la industria en el tema ambiental.
- Programación de capacitaciones, entrenamiento y programas de sensibilización y recursos
 - La programación deberá hacerse antes del inicio del semestre académico y del inicio de las prácticas en el laboratorio, esto debe reflejarse en el programa de los cursos. Sin embargo, es posible hacer ajustes en el transcurso del semestre, de acuerdo con las posibilidades y necesidades.
 - El representante de la alta dirección es el encargado de gestionar los recursos necesarios, con la anticipación debida.
 - La coordinación y programación incluye al menos:
 - ✓ Elaborar la guía de capacitación, entrenamiento o sensibilización, según corresponda, que detalle los puntos a

desarrollar y unifique el contenido, para que todos los estudiantes involucrados con el SGA, sin importar la sección en la cual realicen las prácticas, reciban los mismos contenidos. La guía será revisada por los catedráticos y auxiliares para su aprobación y conocimiento, previo a la realización de la capacitación, entrenamiento o sensibilización.

- ✓ Comunicar a través de la página de internet u otros medios, el horario, duración, requisitos, agenda, lugar de realización y expositor(es).
- ✓ Hacer la requisición oportuna de los recursos necesarios (fotocopias, equipo, expositores y otros).
- Sensibilización: debe llevarse a cabo a diferentes niveles, incluyendo al personal del servicio de limpieza y las autoridades administrativas.

La sensibilización incluye, al menos, los siguientes temas:

- ✓ La política ambiental y la importancia de cumplir con ella.
- ✓ El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en términos generales, para qué sirve, y cuáles son algunos de sus beneficios.
- ✓ Los Aspectos Ambientales Significativos (AAS) y los Objetivos ambientales y metas del Laboratorio.
- ✓ Plan de contingencias ambientales.

- ✓ Las consecuencias de no cumplir con los procedimientos e instructivos del laboratorio.
 - ✓ La elaboración de propuestas grupales semestralmente escritas formalmente que aporten de parte de los estudiantes programas de acción para mejorar el desempeño ambiental del laboratorio.
 - ✓ La elaboración de informes trimestrales sobre los aportes grupales hacia la consolidación del sistema de gestión ambiental, por parte de los estudiantes.
 - ✓ Que el supervisor del laboratorio elabore un instrumento y levante una encuesta que evidencie aspectos claves en el desarrollo de la conciencia ambiental. Esta encuesta se pasará al personal, dentro del alcance del sistema de gestión ambiental.
- Registros: en cada capacitación o entrenamiento se llevará un registro de control utilizando el formato Registros LFQSGA4 “Capacitación, Entrenamiento y Sensibilización del Personal del Laboratorio” y se reflejará en la ponderación del curso, el cual será entregado para su archivo, al supervisor del laboratorio.
- Historia de revisiones

Formato 5.a. Historia de revisiones

Fecha	Revisión	Descripción del cambio
10/05/2010	1.0	Emisión de la primera versión

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

Anexo 6. **Documentación del sistema de gestión ambiental: objetivos, metas y programas ambientales**

Aspecto ambiental significativo 1. **Generación de residuos sólidos no peligrosos del grupo VI d: papel y cartón**

Objetivo	Reducir la cantidad de papel generado para reciclar
Meta	Reducir la cantidad de papel generado para reciclar en un 30% en el semestre enero-junio 2010, respecto de la cantidad utilizada el semestre julio-diciembre 2009.
Actividad crítica	LFQMP4.4 Cuantificación del conocimiento experimental
Puesto de trabajo	Estudiante
Parámetro a monitorear	Kilogramos de papel generados para reciclar semestralmente.
Compromiso de la política	Mejorar continuamente y prevenir la contaminación, reduciendo y manejando integralmente los recursos y desechos generados.
Plazo	Para julio 2010.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Báscula • Espacio físico para almacenaje
Responsables	Catedráticos, auxiliares y estudiantes
Indicador	<ul style="list-style-type: none"> • Kilogramos de papel generados para reciclar semestralmente por estudiante asignado. • Sanciones semestrales debido al no cumplimiento con las especificaciones de entrega de reportes por estudiante asignado.

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 1:

Los “Manuales del estudiante de Laboratorio de Fisicoquímica 1 y 2” se modificarán para solicitar a los estudiantes:

- Utilizar ambos lados de la hoja.
- Elaborar reportes en grupos de cuatro personas máximo.
- Utilizar un gancho fastener, no usar fólder para entrega de trabajos, ni engargolarlos.
- Los ganchos fastener serán recolectados por los auxiliares del laboratorio y podrán ser reutilizados por los estudiantes.
- En el manual se informará a los estudiantes que cuando incumplan con alguno de los incisos anteriores, se les descontará un 1% del valor del elemento evaluado por cada falta.
- Cada auxiliar llevará un registro de las sanciones semestrales, debido al no cumplimiento con las especificaciones de entrega de reportes.
- El auxiliar más antiguo sumará las sanciones semestrales, debido a no cumplir con las especificaciones de entrega de reportes.
- Los auxiliares se encargarán de almacenar en el área de los auxiliares el papel que se utiliza durante el semestre.
- El auxiliar más antiguo o quien este designe, pesará al final del semestre el papel generado para reciclar.

- El auxiliar más antiguo reportará al supervisor del laboratorio ambos indicadores.
- El supervisor del laboratorio (Ingeniero Manuel Tay) llevará el registro de los kilogramos de papel generados para reciclar semestralmente, utilizando el formato LFQSGA11.
- El papel será enviado a reciclaje y el dinero recolectado por esta actividad será almacenado por los catedráticos del laboratorio.

Aspecto ambiental significativo 2. Generación de residuos sólidos no peligrosos del grupo VIh: parafilm, papel mantequilla, papel absorbente contaminado y papel filtro

Objetivo	Reducir la cantidad de papel parafilm, papel mantequilla, papel absorbente contaminado y papel filtro
Metas	Reducir la cantidad de residuos sólidos no peligrosos del grupo VIh generados en un 30% en el semestre julio-diciembre 2010, respecto de la cantidad utilizada el semestre enero-junio 2010. Elaborar procedimientos experimentales que establezcan una cantidad determinada de parafilm, papel mantequilla, papel absorbente y papel filtro a utilizar.
Actividad crítica	LFQMP 1.1 Diseño y revisión de procedimientos
Puestos de trabajo	Catedráticos y auxiliares
Parámetros a monitorear	Pliegos de papel mantequilla utilizados en el semestre Pliegos de papel filtro utilizados en el semestre Rollo de parafilm (4 anchos X 125 ft/rollo) utilizados en el semestre Rollo de papel absorbente utilizados en el semestre
Compromiso de la política	Mejorar continuamente y prevenir la contaminación, reduciendo y manejando integralmente los recursos y desechos generados.
Plazo	Para enero 2011
Recursos	Espacio para almacenamiento Tijera Regla 20 horas-hombre
Responsables	Catedráticos y auxiliares
Indicadores	Metros cuadrados utilizados en el semestre, por estudiante asignado, de: papel mantequilla, papel filtro, parafilm y papel absorbente.

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 2:

Los auxiliares y catedráticos modificarán los “Manuales del Estudiante de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2” para establecer en los procedimientos experimentales:

- Una cantidad determinada de para film, papel mantequilla, papel absorbente y papel filtro a utilizar.
- Que los auxiliares entregarán como máximo cinco hojas de papel mayordomo a cada grupo de cuatro personas.
- Durante el entrenamiento inicial, se informará a los estudiantes acerca de cómo practicar la reutilización del papel absorbente.
- Recortar el papel mantequilla en piezas de 10cmx10cm y dosificar para cada diferente reactivo sólido que se necesite tarar.
- Determinar la cantidad de parafilm necesario para cada práctica experimental y proporcionar únicamente esa cantidad a cada grupo.
- Determinar la cantidad de papel filtro que se necesita utilizar y dosificarlo en la entrega a los grupos de trabajo.
- El auxiliar más antiguo o quien este designe se encargarán contabilizar la cantidad de residuos sólidos no peligrosos del grupo VIh generados en el semestre.
- El auxiliar más antiguo reportará al supervisor del laboratorio los cuatro indicadores.

- El supervisor del laboratorio (ingeniero Manuel Tay) llevará el registro de la cantidad de residuos sólidos no peligrosos del grupo VIh generados en el semestre, utilizando el formato correspondiente.

Aspecto ambiental significativo 3. Generación de residuos líquidos no peligrosos: agua de lavado de cristalería con residuos de reactivos, acetona, jabón y diferente temperatura

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el volumen de agua de lavado de cristalería con residuos de reactivos, acetona, jabón y diferente temperatura. • Cumplir con el acuerdo gubernativo 236-2006: "Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos".
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el volumen de agua de lavado de cristalería con residuos de reactivos, acetona, jabón y diferente temperatura en un 30 % en el semestre enero-junio 2011, respecto de la cantidad utilizada el semestre julio-diciembre 2010. • Preparar estudio técnico de aguas residuales según lo requerido por el acuerdo gubernativo 236-2006: "Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos" para el año 2012.
Actividad crítica	LFQMP3.2 Mantenimiento cotidiano
Puesto de trabajo	Estudiantes
Parámetros a monitorear	Volumen de agua residual generada por semestre y características de las aguas residuales
Compromiso de la política	Cumplir con los requisitos legales y prevenir la contaminación

Continuación del aspecto ambiental significativo 3.

Plazos	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar el contador y el dispositivo para la toma de muestras para antes del inicio de las actividades académicas del semestre julio-diciembre 2010 • Reducir la generación de residuos líquidos no peligrosos para junio 2011 • Preparar estudio técnico de aguas residuales para el año 2012
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Contador de agua y costo de instalación del mismo • Dispositivo para la toma de muestras y costo de instalación del mismo • Recursos necesarios para la toma y análisis de la muestra de aguas residuales
Responsable	<ul style="list-style-type: none"> • El auxiliar Luis Ruiz coordinará la compra e instalación del contador • El supervisor (Ingeniero Manuel Tay) llevará el registro del agua generada por semestre y gestionará la elaboración del estudio técnico
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Metros cúbicos de agua residual generada por semestre por estudiante asignado • Comparación de los parámetros requeridos por el reglamento para el estudio técnico de aguas residuales

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 3:

Los auxiliares y catedráticos modificarán los “Manuales del estudiante de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2” para establecer en los procedimientos experimentales que utilicen agua de enfriamiento:

- Que se recolecte el agua de enfriamiento, se espere que se enfríe, se almacene y se reutilice para lavar cristalería o para los demás procedimientos que requieran enfriamiento.

- El catedrático Ariel Villela y el auxiliar Luis Ruiz coordinarán la compra y colocación de un contador de agua en la tubería de salida del lavador de cristalería, así como la instalación de dispositivos para la toma de muestras de aguas residuales.
- Una vez al año (en el año 2011) se tomará una muestra de aguas residuales, el supervisor del laboratorio o quien este designe, se encargará de gestionar los recursos para realizar el análisis de aguas residuales según lo requerido por el reglamento correspondiente.
- Concientizar a los estudiantes en la capacitación inicial sobre el uso eficiente del agua.

Aspecto ambiental significativo 4. **Generación de residuos líquidos no peligrosos: Grupo V: aceite de cocina**

Objetivo	Reducir la cantidad de aceite utilizado
Meta	Reducir la cantidad de aceite utilizado en un 75% en el semestre enero-junio 2010, respecto de la cantidad utilizada el semestre julio-diciembre 2009.
Activad crítica	LFQMP2.3 Procedimientos específicos de cada práctica
Puesto de trabajo	Estudiantes
Parámetro a monitorear	Volumen de aceite utilizado por semestre
Compromiso de la política	Cumplir con los requisitos legales y prevenir la contaminación
Plazo	Para julio 2010
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Frasco con tapadera de rosca para almacenar el aceite • 80 mL de aceite por año
Responsables	Los estudiantes deberán utilizar solo los 80 mL de aceite destinados para este fin, cada auxiliar supervisará la sección que le corresponda.
Indicador	Diferencia en mililitros entre el volumen final y el inicial de aceite para cada semestre

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 4:

Los auxiliares y catedráticos modificarán los “Manuales del estudiante de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2” para establecer que: se utilicen solo 80 mL de aceite durante todo el semestre. Reutilizándolos en todas las prácticas experimentales durante un año.

Aspecto ambiental significativo 5. Generación de residuos líquidos peligrosos del grupo III: disoluciones acuosas: mezcla de jabón de manos y agua, mezcla de agua con sacarosa y cloruro de sodio, solución de cloruro de potasio, disolución acuosa de cloruro de cobre, disolución acuosa de cloruro de estaño y disolución de hidróxido de sodio

Objetivo	Reducir la contaminación generada por los residuos líquidos peligrosos del grupo III generados durante el semestre.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la cantidad de residuos de la práctica de electroquímica en un 75% en el semestre julio-diciembre 2010, respecto de la cantidad utilizada el semestre enero-junio 2010. • Reutilizar las soluciones de sacarosa, cloruro de potasio e hidróxido de sodio.
Actividad crítica	LFQMP2.3 Procedimientos específicos de cada práctica
Puesto de trabajo	Estudiantes
Parámetro a monitorear	Volumen generado por semestre de residuos líquidos peligrosos del grupo III.
Compromiso de la política	Mejorar continuamente y prevenir la contaminación, reduciendo y manejando integralmente los recursos y desechos generados.
Plazo	Para diciembre 2010
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Tubos de ensayo de volumen máximo 50% de los utilizados anteriormente • Espacio de almacenamiento
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> • El supervisor (Ingeniero Manuel Tay) llevará el registro los desechos generados por semestre
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> • Los catedráticos y auxiliares se encargarán de modificar el Manual del Estudiante de laboratorio. El auxiliar más antiguo o quien este designe se encargará de medir el volumen de los residuos líquidos peligrosos del grupo III generados por semestre.

Continuación aspecto ambiental significativo 5.

Indicador	Metros cúbicos de residuos líquidos peligrosos del grupo III generados por semestre por estudiante.
-----------	---

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 5:

Los auxiliares y catedráticos modificarán los “Manuales del estudiante de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2” para establecer que:

- Se separen las soluciones de sacarosa para reutilizarlas en los procedimientos que requieran hacer en baño de María las soluciones de sacarosa.
- Se separen las soluciones de cloruro de potasio para reutilizarlas para riego.
- Se separen las soluciones de hidróxido de sodio y se utilicen para neutralización de los residuos ácidos.
- El auxiliar más antiguo o quien este designe coordinará:
 - ✓ La construcción de una celda con un volumen máximo del 50% de la celda anterior.
 - ✓ La reutilización las soluciones, aplicando electrolisis para regresarlas a su estado inicial.

Aspecto ambiental significativo 6. Generación de residuos gaseosos peligrosos

Objetivo	Reducir la contaminación generada por los residuos gaseosos peligrosos.
Meta	Elaborar un programa de mantenimiento para la campana de extracción de gases.
Actividad crítica	LFQMP2.2 Medición de materiales
Puesto de trabajo	Estudiantes
Parámetro a monitorear	Registro del mantenimiento
Compromiso de la política	Mejorar continuamente y prevenir la contaminación, reduciendo y manejando integralmente los recursos y desechos generados.
Plazo	Para antes del inicio de las actividades académicas del semestre julio-diciembre 2010
Recursos	Costo del mantenimiento
Responsable	Representante de la alta dirección
Indicador	Registro del mantenimiento

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 6: el representante de la alta dirección se encargará de coordinar la contratación de personal de mantenimiento para el acondicionamiento de filtros para la campana de extracción de gases.

Aspecto ambiental significativo 7. **Derrames o dispersiones peligrosas**

Objetivo	Reducir las posibilidades de derrame
Meta	Ocurrencia de dos derrames por semestre, como máximo
Actividad crítica	LFQMP2.3 Procedimientos específicos de cada práctica
Puesto de trabajo	Estudiantes
Parámetro a monitorear	Número de derrames por semestre
Compromiso de la política	Mejorar continuamente y prevenir la contaminación, reduciendo y manejando integralmente los recursos y desechos generados.
Plazo	Para junio 2011
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de contención de derrames: bandeja con arena seca y barreno para agujerear las instalaciones que almacenan sustancias peligrosas. • Pipetas digitales para la dosificación de materiales peligrosos
Responsables	Catedráticos, auxiliares y estudiantes
Indicador	Número de derrames por semestre

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 7:

Los auxiliares y catedráticos modificarán los “Manuales del estudiante de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2” para agregar:

- Un procedimiento de manejo de líquidos volátiles que incluya control de la temperatura.
- Los auxiliares y catedráticos incluirán en el examen corto escrito preguntas relativas a las propiedades de los reactivos.

El supervisor de laboratorio coordinará las actividades de acondicionamiento de las instalaciones:

- Colocar un sistema de contención de derrames para los materiales y residuos peligrosos.
- Utilizar pipetas digitales para la dosificación de materiales peligrosos.

Aspecto ambiental significativo 8. **Procedimiento inadecuado de diseño y revisión de procedimientos**

Objetivo	Investigar, desarrollar e implementar prácticas experimentales con materiales y/o procedimientos amigables con el ambiente.
Meta	Investigar, desarrollar e implementar, como mínimo, una práctica por semestre donde se empleen materiales y/ o procedimientos amigables con el ambiente, iniciando en el semestre junio-diciembre 2010.
Actividad crítica	Proceso didáctico
Puestos de trabajo	Catedráticos y auxiliares
Parámetro a monitorear	Número de prácticas nuevas implementadas por semestre
Compromiso de la política	Mejorar continuamente y prevenir la contaminación, reduciendo y manejando integralmente los recursos y desechos generados
Plazo	Para enero 2011
Recursos	Formato para los registros de procedimientos de los laboratorios
Responsables	Catedráticos, auxiliares y estudiantes
Indicador	Procedimiento inadecuado de diseño y revisión de procedimientos

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 8: los estudiantes propondrán y realizarán una nueva práctica con el equipo y material disponible en el Laboratorio de Fisicoquímica, empleando materiales y/ o procedimientos amigables con el ambiente. Esto se trabajará de forma grupal (máximo 4 personas por grupo) y semestralmente.

Aspecto ambiental significativo 9. Entrenamiento de estudiantes inadecuado

Objetivo	Promover la conciencia ambiental en el personal que lo conforma, a través de capacitaciones y controles periódicos.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenar a los estudiantes del laboratorio por lo menos una vez por semestre para que utilicen óptimamente los recursos y manejen integralmente los desechos generados. • Verificar el cumplimiento con los compromisos de la acreditación a través del cuestionario correspondiente tres veces por semestre. Mejorar en un 5% la calificación del semestre 2011 respecto del semestre julio-diciembre 2010. • Reducir en un 10% las sanciones debido al incumplimiento de los procedimientos establecidos en el semestre enero-junio 2011 respecto del semestre julio-diciembre 2010.
Actividad crítica	LFQMP1.3 Información, capacitación y entrenamiento de estudiantes
Puestos de trabajo	Catedráticos y auxiliares
Parámetros a monitorear	<ul style="list-style-type: none"> • Calificación del cuestionario • Sanciones debido al incumplimiento de los procedimientos establecidos
Compromiso de la política	Promover la conciencia ambiental en el personal que lo conforma, a través de capacitaciones y controles periódicos
Plazo	Para julio 2011
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Examen corto para comprobar lo aprendido por los estudiantes durante el entrenamiento inicial. • Cuestionario oficial de los compromisos de la acreditación.
Responsables	Catedráticos, auxiliares y estudiantes
Indicador	<ul style="list-style-type: none"> • Calificación del cuestionario • Sanciones debido al incumplimiento de los procedimientos establecidos

Fuente: elaborado por el Comité implementador del Sistema de Gestión Ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 9:
 - El representante de la alta dirección programará el "entrenamiento inicial" a los estudiantes dentro de las actividades del laboratorio.
 - Los auxiliares y catedráticos correspondientes realizarán el "entrenamiento inicial", indicando cuáles son los procedimientos que se deben seguir en el laboratorio.
 - Se sancionará a los estudiantes que no cumplan con los procedimientos establecidos y se registrarán las sanciones por semestre.
 - El supervisor del laboratorio analizará los registros semestrales y verificará el cumplimiento del objetivo y las metas relacionadas.
 - Los auxiliares del laboratorio modificarán la señalización de manera que no sea excesiva, la letra sea legible desde cualquier punto del laboratorio y esté ubicada en un lugar adecuado.

Aspecto ambiental significativo 10. **Consumo de energía eléctrica**

Objetivo	Utilizar de manera óptima la energía eléctrica.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el consumo de energía eléctrica debido al uso de los ventiladores y de la iluminación, para diciembre 2010. • Desconectar el equipo eléctrico que no se encuentre en uso, para diciembre 2010.
Actividad crítica	LFQMP2.3 Procedimientos específicos de cada práctica
Puestos de trabajo	Catedráticos, auxiliares y estudiantes.
Parámetros a monitorear	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad y limpieza de los ventiladores la semana posterior a la semana del mantenimiento • Registro de equipo eléctrico desconectado • Revisión de las candelas de las lámparas • Sanciones debidas al incumplimiento
Compromiso de la política	Mejorar continuamente y prevenir la contaminación, reduciendo y manejando integralmente los recursos y desechos generados.
Plazo	Para diciembre 2010.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Formato para los registros de limpieza y velocidad de los laboratorio • Insumos de limpieza • Personal de mantenimiento para revisar balastos de las lámparas
Responsable	Representante de la alta dirección
Indicador	Sanciones debidas al incumplimiento de este procedimiento

Fuente: Comité implementador del sistema de gestión ambiental.

- Programa ambiental para el aspecto ambiental significativo 10:

El representante de la alta dirección coordinará que:

- Se limpien los ventiladores y extractores durante las dos semanas de mantenimiento y mantener la velocidad de los ventiladores en mínimo.
- Se desconecte el equipo eléctrico que no se encuentre en funcionamiento.
- Se revisen las candelas de las lámparas semestralmente.