



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**Manual Electrónico de Bioseguridad en los laboratorios de
Microbiología e Inmunología**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA FARMACÉUTICO BIÓLOGA**

PRESENTA:

ADELITA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSÉ LUIS ALFREDO MORA GUEVARA

ASESOR DE TESIS: M. EN C. MARÍA JOSÉ MARQUES DOS SANTOS

MÉXICO D.F.

2014

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO TEÓRICO.....	3
Conceptualización del aprendizaje.....	3
Libro electrónico como material educativo.....	5
CAPÍTULOS DEL MANUAL.....	11
1. GENERALIDADES DE BIOSEGURIDAD.....	11
1.1 Antecedentes.....	11
1.2 Principios de Bioseguridad.....	11
2. SEGURIDAD GENERAL EN EL LABORATORIO.....	12
2.1 Elementos básicos de higiene y seguridad.....	12
3. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	13
3.1 Protección ocular.....	14
3.2 Ropa de protección.....	14
3.3 Protección de manos.....	14
3.4 Protección pulmonar.....	14
4. EQUIPO DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO.....	14
4.1 Campanas de extracción.....	14
4.2 Lavaojos.....	14
4.3 Duchas de seguridad.....	15
4.4 Equipo de seguridad contra incendios.....	15
5. LABORATORIO DE DOCENCIA.....	15
6. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO- INFECCIOSOS.....	17

7. SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS.....	19
7.1 Clasificación de sustancias químicas.....	19
7.2 Hojas de datos de seguridad.....	20
7.3 Señalización de sustancias químicas peligrosas.....	20
7.4 Precauciones en el almacenamiento de sustancias químicas.....	21
8. PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....	21
9. PRIMEROS AUXILIOS.....	23
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
OBJETIVO.....	24
HIPÓTESIS.....	24
METODOLOGÍA.....	24
DIAGRAMA DE FLUJO.....	25
RESULTADOS.....	25
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	31
CONCLUSIONES.....	32
REFERENCIAS.....	32
REFERENCIAS DE FIGURAS.....	36

RESUMEN

Al igual que en un laboratorio del sector público o privado, durante el trabajo diario dentro de los laboratorios de Microbiología General I y II e Inmunología Clínica de la Carrera de QFB de la FES-Zaragoza, existen actividades que representan un posible riesgo para el personal académico, alumnos, becarios y personal no docente. El manejo de sustancias químicas peligrosas, el uso de material biológico infeccioso de origen animal o humano, el empleo de animales de experimentación capaces de provocar enfermedades, el uso de equipos e instrumentos de trabajo y el diseño de las instalaciones, son diferentes formas en las que se presentan riesgos a los que podemos estar expuestos.

El término de Bioseguridad se puede entender como un conjunto de normas y cuidados que al llevarse a cabo, logran disminuir el riesgo de adquirir infecciones o propagar las mismas en el medio ambiente en el que nos desenvolvemos.

Por esta razón se elaboró un Manual de Bioseguridad en el cual se encontrarán establecidas las normas que promueven medidas de higiene, de seguridad para profesores y estudiantes, manejo adecuado del material de laboratorio, su equipamiento y diseño, etc., evitando con ello la mayor cantidad de riesgos posibles.

INTRODUCCIÓN

La actividad educativa es una de las más complejas del ser humano y para este fin existen distintos métodos que optimizan la adquisición de conocimientos. Dentro de estos tenemos material audiovisual como carteles, ilustraciones, diapositivas, películas, etc., que complementan a la teoría y la práctica. Estos medios han ido evolucionando hasta llegar a ambientes virtuales, los cuales preparan las condiciones del aprendizaje de manera que esta sea más eficiente y las habilidades del alumno aumenten en lugar de verse restringidas.

Hoy día existen nuevas tecnologías educativas, como lo son los elementos multimedia, los CD-ROM, programas interactivos, sitios web, libros electrónicos, entre otros, en los cuales la información es más susceptible a ser modificada y actualizada que en los medios impresos.

Un libro electrónico, específicamente hablando, consiste en un texto informatizado, generalmente producido en CD-ROM, donde la información se organiza basándose en la metáfora del libro, sin la limitación que impone la impresión y la encuadernación y aumenta enormemente las posibilidades del texto al integrar en éste presentaciones multimedia: video, fotografía, sonido, animación, gráficos, etc.

Por otro lado, Bioseguridad es la aplicación del conocimiento de las técnicas y equipos necesarios para prevenir la exposición a agentes infecciosos, tanto del personal como el área del laboratorio y el medio ambiente.

Es importante que todo aquel que se encuentre dentro de los laboratorios, tenga a su alcance las buenas prácticas de laboratorio, medidas de seguridad y prevención que, en conjunto, lograrán disminuir o evitar los riesgos relacionados con el trabajo que se realiza en dicho recinto.

Dado lo anterior y aprovechando las nuevas tecnologías educativas, se elaboró un manual electrónico de Bioseguridad como herramienta útil para alumnos profesores y personas interesadas en el tema, basado en la normatividad nacional e internacional, de la cual se tomó la información necesaria y actualizada, para los laboratorios de Microbiología General I y II e Inmunología Clínica de la carrera de Química Farmacéutico Biológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

MARCO TEÓRICO

1. Conceptualización del aprendizaje

La capacidad del ser humano de transmitir sus conocimientos y experiencias le ha dado una gran ventaja, la de enseñar y aprender. El binomio que se forma por estos dos conceptos, constituyen una unidad didáctica, dialéctica y son complementarios ^[2].

El “aprendizaje” es un proceso constructivo, intencional y activo donde con todas las habilidades y conocimientos que ha adquirido, la persona construye ideas y significados nuevos, al interactuar con su medio ambiente. Deriva en un cambio de la estructura cognoscitiva, que es la suma de conocimientos y habilidades del pensamiento, más o menos organizadas, que se han adquirido a lo largo de toda la vida y que determinan lo que una persona percibe, puede hacer y piensa.

La “enseñanza” es el proceso en el que se proporciona al estudiante, escenarios adecuados y útiles para el desarrollo de sus capacidades de construcción de significados a partir de las experiencias de aprendizaje. Su función es acompañar y facilitar el camino de aprendizaje del alumno ^[3].

1.1 Importancia de las teorías del aprendizaje

A lo largo del tiempo, se han formulado teorías, desde diferentes enfoques, que tratan de explicar cómo aprende el ser humano; sin embargo, se podría considerar que no existe una teoría que contenga todo el conocimiento acumulado para explicar el aprendizaje. Todas consisten en aproximaciones incompletas, limitadas, de representaciones de los fenómenos. Con ello es posible entender que en la realidad se puede actuar aplicando conceptos de una y de otra teoría dependiendo de las situaciones y los objetivos que se estén buscando.

La importancia de las teorías del aprendizaje en la educación, radica en que por medio de éstas, los profesores obtienen los mejores fundamentos, información e interpretación acerca del aprendizaje, para diseñar oportunidades más adecuadas y que el alumno logre un mejor aprovechamiento en la adquisición de conocimientos ^[4].

La calidad del aprendizaje no depende tanto de un supuesto coeficiente intelectual, ni del dominio de un buen conjunto de técnicas y métodos para estudiar con provecho, sino de la posibilidad de captar las exigencias de las tareas en una situación de aprendizaje determinada y controlar con los medios adecuados dicha situación ^[5].

1.2 Estrategias de aprendizaje

A partir de lo anterior podemos definir las estrategias de aprendizaje como procesos de toma de decisiones (conscientes e intencionales) en los cuales el alumno elige y recupera, de manera coordinada, los conocimientos que necesita para complementar una determinada demanda u objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa en que se produce la acción.

Es importante darse cuenta de que esto implica considerar las características de cada situación concreta de enseñanza-aprendizaje y que es el análisis de estas situaciones particulares el que permite tomar decisiones para actuar de forma estratégica.

Consecuentemente, un estudiante emplea una estrategia de aprendizaje cuando es capaz de ajustar su comportamiento (lo que piensa y hace) a las exigencias de una actividad o tarea, encomendada por el profesor y a las circunstancias y vicisitudes en que se produce esa demanda ^[5].

La actividad educativa es una de las más complejas del ser humano, por ello se manejan distintos medios para optimizar la adquisición de conocimientos. El crecimiento en la oferta y demanda de ambientes virtuales de aprendizaje muestra que las instituciones educativas están encontrando en la tecnología un valioso recurso para la ampliación y mejora de la oferta en educación ^[6].

1.3 Tecnologías educativas como herramientas en la enseñanza-aprendizaje

A lo largo de la historia la pedagogía se ha valido de medios diferentes para lograr sus objetivos, uno de ellos es la tecnología educativa. Este medio ha ido evolucionando hasta llegar a las aplicaciones computacionales y es de los más usados en las aulas.

La tecnología educativa prepara las condiciones del aprendizaje de manera que ésta sea más eficiente y las habilidades del alumno aumenten en lugar de verse restringidas; es un modo sistemático de preparar, organizar y evaluar el proceso total del aprendizaje y la enseñanza en función de objetivos específicos, basados en las investigaciones sobre el aprendizaje humano, empleando recursos humanos y materiales de manera que la enseñanza se torne efectiva ^[7].

Hoy día existen nuevas tecnologías educativas, como lo son los elementos multimedia, la televisión, los CD-ROM, programas interactivos, el acceso a la red. Este último es lo que ha convertido a la computadora en un instrumento pedagógico importante, ya que permite el acceso a gran cantidad de información; sin embargo, la pedagogía insiste, que para hacer uso de cualquier tecnología educativa se tenga un método y enfoque claro que garanticen un aprovechamiento óptimo por parte del estudiante ^[8].

Así, en el aprendizaje mediado por computadora, las tácticas didácticas pueden ser ampliadas, enriquecidas o sustituidas por los medios virtuales de la siguiente manera:

- *Materiales didácticos*, como interactivos, tutoriales, sitios web o libros electrónicos, entre otros, ampliando los horizontes del aprendiz. Es probable que esta información sea más susceptible a ser modificada y actualizada que los medios impresos, pero también suelen ser más volátiles.
- *Contexto natural*, sería enriquecido a través de los sistemas de realidad virtual, simuladores o video entre otros. Con este recurso, los estudiantes pueden realizar un número ilimitado de observaciones o pruebas, mientras que en la modalidad presencial, estas posibilidades son más reducidas.
- *Comunicación e interacción mediada por computadora*, a través del correo electrónico, videoconferencias, enlaces asincrónicos, grupos de discusión, entre otros. En esta modalidad, la comunicación es predominantemente escrita, a diferencia de la modalidad presencial en la cual la comunicación oral es dominante ^[6].

2. Libro electrónico como material educativo

2.1 El libro y su evolución tecnológica

El libro tanto conceptual como materialmente, es sin duda un logro único, una herramienta definitiva que ha permitido la conservación y la difusión de los avances de la humanidad, su historia, sus creencias, etc. Ha facilitado el intercambio de información a todos los niveles y ha permitido desarrollar de manera muy importante la comunicación entre las personas.

La palabra libro derivada del latín liber, libri (membrana, corteza secundaria de los árboles) figura en el Diccionario de la R.A.E como: “conjunto de muchas hojas de papel u otro material semejante que, encuadernadas, forman un volumen”. Una definición más acorde con los últimos avances tecnológicos (e-books, audiolibros, etc.) debe referirse a un soporte relativamente permanente, multiplicable, y constituido por una o varias partes iguales, en las cuales se dispone del texto de un documento o una obra en su totalidad o parcialmente.

La forma material del libro ha ido evolucionando a lo largo del tiempo según las necesidades de información y materiales disponibles.

En esta evolución, acontecimientos importantes fueron la generalización del uso del papel, la creación de la imprenta y, finalmente, con los soportes informáticos, la aparición del libro digital o electrónico.

En el siglo XXI se está desarrollando ampliamente una nueva forma de libro, el libro digital o electrónico, también llamado e-book. Este término, en la práctica, está resultando bastante ambiguo, pues suele utilizarse igualmente para referirse a un texto informatizado o al dispositivo electrónico destinado a la lectura de obras digitalizadas.

Propiamente, un libro electrónico o digital consiste en un texto informatizado que puede ser leído y/o escuchado mediante un equipo informático; puede ser un ordenador, un televisor, una agenda o un lector electrónico. Este último, está adquiriendo un aspecto en sus últimos diseños que lo acercan cada vez más a la forma del libro tradicional, combinando así algunas ventajas del libro impreso (versatilidad, ligereza, comodidad lectora) con la capacidad de almacenamiento y las posibilidades hipertextuales del libro digital ^[9].

Por lo tanto, el libro electrónico lo podemos definir como un programa de hipermedios, generalmente producido en CD-ROM, pero que no se limita a este formato, que organiza la información basándose en la metáfora del libro. Sin la limitación que impone la impresión y la encuadernación, los libros electrónicos ofrecen enlaces de hipertexto, ejecutan búsqueda de palabras claves, proporcionan notas marginales y amplían la noción del conocimiento y aprendizaje de muchas otras maneras. Estos libros aumentan enormemente las posibilidades del texto al integrar en éste presentaciones multimedia: video, fotografía, sonido, animación, gráficos ^[10].

2.2 Potencial educativo de los libros electrónicos

El potencial educativo que poseen los textos electrónicos y los beneficios que éstos brindan son de gran magnitud. Sus componentes multimedia promueven la capacidad de retroalimentación y el desarrollo de independencia intelectual de los usuarios.

Las nuevas tecnologías en educación incrementan la productividad intelectual del estudiante, gracias a que impulsan un cambio cualitativo en la naturaleza del aprendizaje. Se producen diferentes modos de pensamiento, promueve con mayor énfasis el pensamiento creativo, la curiosidad, actitudes fundamentales para la innovación y la originalidad intelectual.

Los componentes educativos electrónicos son frecuentemente diseñados para la interacción: el aprendizaje ocurre por la interacción de los estudiantes con los elementos que se presentan en la pantalla. Además, los textos electrónicos representan una alternativa como fuentes de búsqueda de información en el proceso investigativo;

por lo tanto, favorecen el aprendizaje. Es necesario, entonces, que los docentes incorporen las nuevas tecnologías, en especial las fuentes de información electrónica, a la práctica pedagógica en el salón de clases, a los proyectos pedagógicos y de investigación.

Tomando como referencia la libertad que los textos electrónicos le pueden permitir al profesor y a los estudiantes, tenemos que apuntar otra ventaja: propicia que tanto el profesor como el estudiante no permanezcan como meros usuarios, sino que se conviertan en constructores del mensaje, estableciendo nuevas relaciones no previstas por el creador del programa, ampliando el espacio conceptual del mismo, o simplemente incorporando nuevos entornos conceptuales ^[10].

2.3 Diseño de libros electrónicos

Para que el libro sea realmente útil como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza/aprendizaje tiene que cumplir algunas características o requisitos que afectan, fundamentalmente, a la forma en que sus usuarios pueden interactuar con él.

Un libro electrónico educativo deberá incluir información adecuada, completa, bien organizada y fácilmente localizable y accesible como ocurre en los libros de papel. Además, deberá dar soporte a actividades formativas, distintas de la lectura secuencial, que refuercen el proceso de aprendizaje, tales como ejercicios que inviten al estudiante a utilizar sus conocimientos en situaciones concretas.

Estos y otros servicios, tales como la comunicación entre estudiantes o con el profesor, pueden mejorarse haciendo uso de las facilidades que ofrece el entorno electrónico pero, para ello, deben diseñarse cuidadosamente y poniendo especial atención al proceso de interacción subyacente a cualquier entorno formativo.

En general, un libro electrónico educativo deberá al menos ofrecer el material didáctico en formato digital, de manera que tanto el profesor pueda crearlo como el alumno utilizarlo y, además, sería conveniente que se diera el soporte adecuado para seguir los progresos realizados por el alumno, tanto por parte del profesor como del propio estudiante. Además, el material didáctico, que ahora puede ser multimedia, hipertexto e interactivo, debe motivar al alumno, invitándole a abandonar actitudes pasivas y ofreciéndole refuerzos positivos.

Existen algunos aspectos que deben tenerse en cuenta para satisfacer las necesidades de ambos tipos de usuarios a través de un conjunto de mecanismos de interacción completos y fáciles de utilizar ^[11].

- **Requisitos desde el punto de vista del estudiante**

La inclusión de varios tipos de actividades incrementa la utilidad del sistema puesto que cada una de ellas tiene un objetivo didáctico diferente y, además, ofrece una mayor riqueza en el proceso de interacción con el libro electrónico que favorece la participación del estudiante.

El libro electrónico también puede tener en cuenta que cada alumno tiene unas motivaciones y condicionamientos que hacen que desarrolle su propio modo de aprender o estilo de aprendizaje. En este sentido, los sistemas de aprendizaje adaptativos pueden emplear diversas técnicas para ajustar los contenidos, el ritmo y orden de presentación de los contenidos y de las actividades de aprendizaje o las estrategias de resolución de ejercicios a las necesidades de cada estudiante. Además, el estilo de aprendizaje de cada alumno no es fijo, sino que puede variar en función de diversas circunstancias tales como el estado de ánimo, el tipo de material utilizado o el punto en concreto en que se encuentra en el proceso de adquisición de conocimiento [11].

CUADRO 1. Tipos de actividades formativas [11]

Tipo	Descripción	Ejemplo
Pasivas	Tratan al alumno como un sujeto pasivo que sólo recibe información	Presentación multimedia
Dirigidas.	Muestran al alumno el camino a seguir	Lectura secuencial
Explicatorias	Tienen carácter aclaratorio con respecto al tema tratado	Ejemplos
Activas	El alumno participa resolviendo una tarea	Ejercicios interactivos
Creativas	El alumno participa introduciendo nueva información en el sistema	Notas personales Preguntas abiertas
Reactivas	Provocan una reacción en el alumno	Navegación libre

Finalmente, el tipo de conocimiento involucrado y las características de los alumnos, puede ser necesario trabajar en grupo, en cuyo caso habrá que construir sistemas de aprendizaje colaborativo. En este caso, el libro deberá ofrecer soporte a la definición y gestión de grupos de trabajo, de roles dentro del grupo y de protocolos de comunicación [11].

- **Requisitos desde el punto de vista del profesor**

Los entornos de enseñanza/aprendizaje deben ser, en consecuencia, flexibles y promover la integración de diversas herramientas y técnicas educativas. Además, el libro electrónico como tal puede proporcionar mecanismos que permitan adaptar el material didáctico a los métodos y necesidades del profesor.

También pueden necesitarse mecanismos para seguir el progreso de los alumnos, ya sea de forma individual o como grupo. Así, el profesor debe tener medios para acceder a los datos sobre un alumno específico, a los de un grupo específico e incluso obtener estudios comparativos que relacionen los progresos de los alumnos de un mismo grupo. Estos mecanismos ayudan a detectar problemas en el material didáctico o en el ritmo de impartición del curso, de manera que si están disponibles desde el principio, el profesor puede adaptar dinámicamente el método didáctico a las exigencias de sus alumnos ^[11].

- **Requisitos de comunicación**

En algunos casos deben incluirse herramientas que faciliten la comunicación directa entre alumnos y profesores. Dicha comunicación puede llevarse a cabo de distintas formas, dependiendo de cómo se produce en el tiempo y de cuántos agentes participan en ella.

Con respecto al tiempo, la comunicación puede ser sincrónica o asincrónica, dependiendo de la disponibilidad de los agentes involucrados así como del tipo de mensaje. Así, la resolución de dudas puede implementarse a través de medios sincrónicos, textuales (charlas) o multimedia (videoconferencia), con el fin de favorecer un diálogo más fluido aunque esto supone una cierta disponibilidad que no se requiere con medios como el correo electrónico. También se pueden utilizar mecanismos asincrónicos, tales como los tableros de discusión o de preguntas frecuentes, en los que los alumnos suelen plantear sus dudas con más libertad y, además, pueden encontrar respuestas a sus dudas antes de plantearlas.

También hay que tener en cuenta qué agentes participan, de qué forma lo hacen y en qué número. Así, lo más habitual es incluir mecanismos para dar soporte a una comunicación bidireccional entre un profesor y uno o más alumnos, aunque también se podría pensar en ampliarlos para dar soporte a la comunicación entre dos o más alumnos, fomentando las charlas y foros de discusión ^[11].

2.4 El proceso de diseño del libro electrónico

El tipo de conocimiento y las características del alumno influyen en la aproximación a seguir. Así por ejemplo, la navegación libre, tan defendida por muchos autores, puede derivar en pasividad e indecisión, pues no todos los alumnos quieren aprender por exploración sino que prefieren que el profesor les marque una secuencia. En consecuencia, si se quiere construir un libro electrónico educativo es imprescindible llevar a cabo un proceso de desarrollo centrado en el usuario.

En cualquier caso, la evaluación del sistema se considera una actividad básica en el desarrollo de un sistema interactivo, ya que es el único medio eficaz de comprobar si los mecanismos de interacción son realmente válidos, útiles y utilizables.

Además, el equipo de desarrollo debe ser multidisciplinario en el que se cuente con informáticos, pedagogos con experiencia en educación asistida por ordenador, especialistas en interfaz de usuario y en el tratamiento de contenidos multimedia y usuarios ^[11].

CAPITULOS DEL MANUAL

1. Generalidades de Bioseguridad

1.1. Antecedentes

El concepto de Bioseguridad tiene su origen en la antigüedad. La aparición de enfermedades y su propagación, hicieron que las autoridades sanitarias tomaran las primeras medidas de vigilancia y seguridad al detectar a las personas contagiadas, aislando los casos y estableciendo cuarentenas ^[12]. (Figura 1)



FIGURA 1. Epidemias de los siglos XIV y XV en Europa.

Posteriormente los trabajos de investigación realizados desde ese periodo a la fecha, han ayudado a establecer las medidas necesarias, técnicas y equipos adecuados para prevenir la exposición a agentes potencialmente peligrosos. Por lo tanto, podemos definir el concepto de bioseguridad como un conjunto de actitudes de tipo preventivo que tiene como base el conocimiento científico, motivación y conjunto de valores asumido desde la responsabilidad. Estas actitudes se convierten en un conjunto de normas con el objetivo de que profesores y estudiantes, cuiden su entorno inmediato y el medio ambiente en el presente y para el futuro ^[13].

1.2. Principios de bioseguridad

Los objetivos de Bioseguridad comprenden una serie de acciones tendientes al control del riesgo que encierran las actividades en las siguientes áreas:

- Manipulación de microorganismos patógenos.
- Manipulación de material infeccioso.
- Uso de elementos químicos de efecto dañino en el hombre, probado o no bien definido.
- Medidas de protección del ambiente ^[1,14].

El riesgo se encuentra presente cada vez que se realiza una actividad práctica en el laboratorio, donde se requiera la manipulación de cultivos de microorganismos, los cuales pueden llegar a dañar si no son manipulados adecuadamente ^[14].

Las fuentes más comunes y los posibles riesgos a los que nos podemos exponer en el desempeño de nuestras funciones, son por ejemplo: laceraciones, heridas, quemaduras, escaldaduras, intoxicación, irritación de la piel, infecciones, caídas, mordeduras de animales, etc.

Todos estos posibles riesgos los podemos clasificar de manera general como riesgos:

Biológicos

- Microorganismos
- Animales de Laboratorio

Químicos

- Ingestión, inhalación y/o contacto con la piel, tejidos, mucosas u ojos, de sustancias tóxicas, irritantes, corrosivas y/o nocivas.
- Mal manejo de las sustancias químicas.
- Grado de inflamabilidad de la sustancia.
- Capacidad de las sustancias de liberar energía

Físicos

- Manipulación o ingestión de gases
- Exposición a radiaciones ionizantes y/o no ionizantes
- Exposición a ruidos y vibraciones
- Carga calórica sobre la superficie corporal y quemaduras, etc ^[14].

Los laboratorios, sean de docencia, análisis clínicos o de microbiología, son áreas físicas, expuestas permanentemente a riesgos potenciales, que hacen necesario el cumplimiento de ciertas normas para ofrecer seguridad a quienes laboran allí y quienes por necesidades de servicio ingresan a estos lugares ^[15].

2. Seguridad general en el laboratorio.

2.1. Elementos básicos de higiene y seguridad

Al crear un laboratorio seguro y ordenado, se está trabajando en la prevención de accidentes o enfermedades laborales y escolares. El orden y la limpieza son algunos de los mejores recursos para eliminar los accidentes que se puedan presentar en un laboratorio, de esta manera se promueve a que las prácticas se realicen de manera más eficaz y tranquila.



FIGURA 2. Eliminación de basura

En el laboratorio desempeñamos nuestro trabajo y es en éste recinto donde, de una manera inesperada, puede ocurrir un accidente que afecte a las personas y/o produzca daños materiales.

Es por esta razón, que debemos contar con las nociones de higiene y seguridad, como primera medida para prevenir accidentes en el área de trabajo.

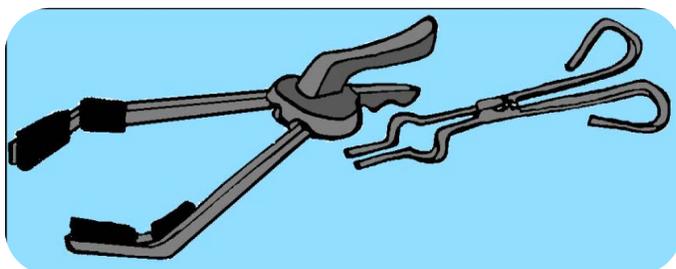


FIGURA 3.
Pinzas para retirar objetos del fuego

A manera de ejemplo, como medidas de higiene tenemos eliminar adecuadamente los desechos para evitar la contaminación (Figura 2), lavarse las manos después de haber manipulado sustancias químicas, reportar oportunamente cualquier falla en las instalaciones así como utilizarlas adecuadamente, entre otras; como

medidas de seguridad se encuentran utilizar pinzas para retirar objetos del fuego (Figura 3), evitar usar material de vidrio de laboratorio, para un objetivo diferente al designado, descontaminación de desechos de laboratorio, etc. ^[1,16]

Estas medidas de prevención nos ayudarán a:

- Reconocer, evaluar, controlar las condiciones que puedan afectar la salud y de esa manera prevenir enfermedades.
- Detectar los riesgos y establecer medidas para evitar los accidentes ^[1].

3. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal (EPP) es un conjunto de elementos y dispositivos, diseñados específicamente para proteger al personal contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados durante sus actividades de trabajo. Con base en esta información, se pueden hacer elecciones para conseguir la máxima protección personal en el laboratorio ^[17]. (Figura 4)



FIGURA 4. Equipo de protección personal

Dentro del EPP se encuentran los siguientes elementos:

3.1. Protección ocular

Durante el trabajo en el laboratorio se pueden llegar a general salpicaduras de productos químicos y objetos "volantes" que pueden ir a parar a los ojos.

Es por esta razón que la protección ocular debe considerarse un punto importante y llevarse a cabo siempre que se realicen actividades dentro de dicho recinto ^[18].

3.2. Ropa de protección

La bata de laboratorio está diseñada para proteger la piel y la ropa de las sustancias químicas que pueden derramarse o producir salpicaduras ^[18].

3.3. Protección de manos

El hábito de usar guantes protectores en el laboratorio, es adecuada como una barrera de protección entre las manos y los materiales peligrosos ^[18].

3.4. Protección pulmonar

Debido a que ciertos procedimientos de laboratorio pueden producir humos nocivos y sustancias contaminantes, podría requerirse protección pulmonar en el laboratorio ^[18].

4. Equipo de seguridad en el laboratorio

4.1. Campanas de extracción

El propósito de las campanas extractoras de gases es prevenir el vertido de contaminantes en el laboratorio. Capturan, contienen y expulsan las emisiones generadas por sustancias químicas peligrosas, protegen al operador contra proyecciones y salpicaduras ^[18]. (Figura 5)

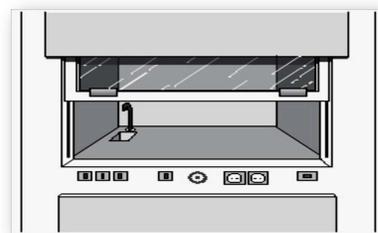


FIGURA 5. Campana de extracción

4.2. Lavajojos

Los lavajojos proporcionan un método efectivo de tratamiento en caso de que entre en contacto con los ojos algún reactivo químico; deben estar próximos a las duchas de seguridad (los accidentes oculares suelen ir acompañados de lesiones cutáneas) para que puedan lavarse ojos y cuerpo ^[18]. (Figura 6)



FIGURA 6. Lavajojos

4.3. Duchas de seguridad

Las duchas de seguridad proporcionan un método efectivo de tratamiento cuando se producen salpicaduras o derrames de sustancias químicas sobre la piel y la ropa. Las duchas de seguridad deben estar instaladas en cualquier lugar en el que haya sustancias químicas y deben estar disponibles fácilmente para todo el personal ^[18]. (Figura 7)



FIGURA 7. Duchas de seguridad

4.4. Equipo de seguridad contra incendios

Las medidas de protección contra incendios son aquellas orientadas a detectar el incendio, transmitir la alarma a los ocupantes y extinguir el incendio o limitar su propagación. (Figura 8)

Los sistemas de protección más comúnmente utilizados son:

- Alarma contra incendio
- Extintores
- Mantas ignífugas
- Material o tierra absorbente
- Rociadores ^[18].



FIGURA 8. Equipo contra incendio

5. Laboratorio de docencia

El nivel de Bioseguridad de un laboratorio se determina de acuerdo con una evaluación previa que incluye el grupo de riesgo, las instalaciones y equipo, las prácticas y procedimientos necesarios para trabajar con seguridad en el laboratorio ^[1].

En los laboratorios de Inmunología, Biología Médica y Microbiología General I y II de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, las prácticas que se realizan y los agentes que se manipulan, son de bajo riesgo o bien no representan una amenaza significativa para la salud humana ^[19].

Con las características anteriores, dichos laboratorios se encuentran dentro de los laboratorios de enseñanza básica o con nivel de bioseguridad 1 (BSL-1) ^[1].

- Es un recinto de diseño estándar. (Figura 9).
- El trabajo se realiza en el mesón y se puede trabajar sobre éste con agentes de riesgo del grupo I y II ^[1]. (CUADRO 2).

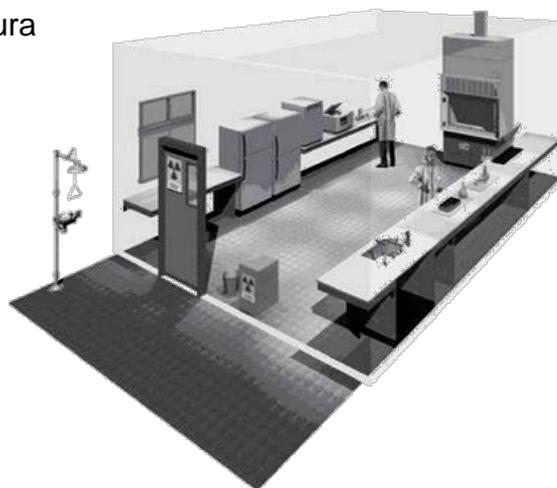


FIGURA 9. Laboratorio nivel de Bioseguridad 1

CUADRO 2. Clasificación de los microorganismos infecciosos por grupos de riesgo ^[1]

<p>Grupo de riesgo 1</p> <p><i>(riesgo individual y poblacional escaso o nulo)</i></p> <p>Microorganismos que tienen pocas probabilidades de provocar enfermedades en el ser humano o los animales.</p>	<p>Grupo de riesgo 2</p> <p><i>(riesgo individual moderado, riesgo poblacional bajo)</i></p> <p>Agentes patógenos que pueden provocar enfermedades humanas o animales pero que tienen pocas probabilidades de entrañar un riesgo grave para el personal de laboratorio, la población, el ganado, pero existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces y el riesgo de propagación es limitado.</p>
<p>Grupo de riesgo 3</p> <p><i>(riesgo individual elevado, riesgo poblacional bajo)</i></p> <p>Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades humanas o animales graves, pero que de ordinario no se propagan de un individuo a otro. Existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.</p>	<p>Grupo de riesgo 4</p> <p><i>(riesgo individual y poblacional elevado)</i></p> <p>Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades graves en el ser humano o los animales y que se transmiten fácilmente de un individuo a otro, directa o indirectamente. Normalmente no existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.</p>

6. Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos (RPBI)

Las actividades que se llevan a cabo dentro de los laboratorios de Inmunología, Biología Médica y Microbiología General I y II de la FES Zaragoza, involucran la producción y manejo de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos (RPBI). (CUADRO 3)

Para evitar riesgos a la salud y daños al medio ambiente, es necesario llevar a cabo la identificación de RPBI inmediatamente después de su generación para su posterior envasado y separación. (CUADRO 4)

Este procedimiento se debe realizar de acuerdo a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

Para el manejo de RPBI, los generadores y prestadores de servicios, deben cumplir con las disposiciones correspondientes a las siguientes fases de manejo:

- Identificación, envasado y almacenamiento temporal de los residuos generados.
- De los restos de animales de laboratorio.
- Recolección
- Tratamiento ^[20].

CUADRO 3. Separación y Envasado de Residuos Biológico-Infecciosos ^[20].

Tipo de residuo	Estado físico	Envasado	Color
Sangre	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
Cultivos y cepas de agentes infecciosos	Sólidos	Bolsas de Polietileno	Rojo
Objetos punzocortantes	Sólidos	Recipientes rígidos polipropileno	Rojo
Patológicos	Sólidos	Bolsas de Polietileno	Amarillo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
Residuos no anatómicos	Sólidos	Bolsas de Polietileno	Rojo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo

CUADRO 4. Tipos de Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos ^[20]

RESIDUOS SÓLIDOS

BOLSA ROJA

Abatelenguas, algodón, aplicadores de madera, bolsas recolectoras de secreciones, cajas de petri con cultivos contaminados, cubrebocas, gasas con sangre, hisopos, jeringas, medios de cultivo, tiras reactivas, torundas con sangre y tubos que hayan contenido sangre, etc.



RESIDUOS PATOLÓGICOS SÓLIDOS

BOLSA AMARILLA

Órganos, partes de órganos, tejidos, cadáveres de animales y vísceras, etc.



RESIDUOS LÍQUIDOS

CONTENEDOR HERMÉTICO ROJO

La sangre y sus componentes en su forma líquida, así como sus derivados, etc.



RESIDUOS PATOLÓGICOS LÍQUIDOS

CONTENEDOR HERMÉTICO AMARILLO

Orina, esputo, heces, etc.



OBJETOS

PUNZOCORTANTES

CONTENEDOR HERMÉTICO ROJO

Agujas, cubreobjetos y portaobjetos, hojas de bisturí, lancetas y pipetas pasteur, etc.



7. Sustancias químicas peligrosas

Los productos ó sustancias químicas pueden ser peligrosos si no se manejan adecuadamente. Profesores, estudiantes y personas que ingresen al laboratorio, se encuentran expuestos a esos peligros. Es por esa razón que los riesgos que implica su uso, deben ser del conocimiento de todos los que laboran dentro del recinto y la información estar continuamente actualizada al fin de evitar accidentes.

La base fundamental en el manejo eficiente de las sustancias químicas es el conocimiento de sus propiedades físicas y químicas, ya que a partir de ellas se puede deducir la peligrosidad de la misma.

Las sustancias químicas pueden entrar al organismo por cuatro vías:

Inhalación: A través del tracto respiratorio (pulmones) al respirar.

Ingestión: A través del tracto digestivo. Puede ocurrir al comer, masticar chicle, usando recipientes contaminados o comiendo sin haberse lavado las manos al salir del laboratorio.

Absorción: A través de aberturas en la piel, como los oídos o los ojos, a través de cortes en la piel, ó incluso en la piel intacta.

Punción: De una sustancia peligrosa a través de un corte hecho en la piel por un objeto agudo contaminado ^[21].

7.1. Clasificación de sustancias químicas

Conforme a la reglamentación mexicana e internacional actualizada, las sustancias o productos químicos se clasifican de la siguiente manera:

Peligros físicos: Explosivos, comburentes, oxidantes, corrosivos, inflamables, gases a presión.

Peligros para la salud: Tóxicos, irritantes, nocivos.

Peligros para el medio ambiente: Peligroso para el medio ambiente ^[22,23].

Cada sustancia química, se identifica por medio de su Hoja de Datos de Seguridad, por su etiquetado y así mismo se aplican las restricciones para el almacenamiento ^[24].

7.2. Hoja de datos de seguridad (HDS)

Cada sustancia o producto químico que se maneje dentro del laboratorio, deberá tener una hoja de datos de seguridad disponible para todo el personal que labore en él, en la cual se encontrará la información del CUADRO 5.

CUADRO 5. Información contenida en las Hojas de datos de seguridad ^[25].

Sección I	Datos generales.	Sección VII	Riesgos a la salud y primeros auxilios.
Sección II	Datos de la sustancia química.	Sección VIII	Indicaciones en caso de fuga o derrame.
Sección III	Identificación de la sustancia química peligrosa.	Sección IX	Protección especial para situaciones de emergencia.
Sección IV	Propiedades fisicoquímicas.	Sección X	Información sobre transportación.
Sección V	Datos de los riesgos de fuego o explosión.	Sección XI	Información sobre ecología.
Sección VI	Datos de reactividad.	Sección XII	Precauciones especiales ^[3] .

7.3. Señalización de sustancias químicas peligrosas

En la normatividad nacional se hace referencia a dos sistemas de señalización de sustancias químicas peligrosas:

- Modelo rombo ó Sistema estándar para la identificación de peligros de materiales en la respuesta a emergencias (NFPA 704).

Este sistema identifica los peligros de un material en términos de las tres principales categorías y cada uno de éstos, está asociado a un color específico ^[25,26]. (Figura 10)

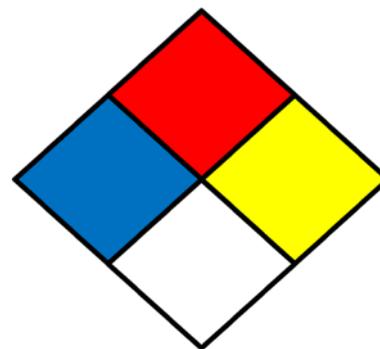


FIGURA 10. Modelo Rombo

- Modelo rectángulo ó Sistema de identificación de materiales peligrosos para condiciones normales de operación (HMIS)



Proporciona información acerca de los peligros a la salud, inflamabilidad y peligros físicos presentes en los diferentes materiales, usando colores de fondo codificados para cada fin, así como recomendaciones para el uso de equipo de protección personal [25,27]. (Figura 11).

FIGURA 11.
Modelo Rectángulo

7.4. Precauciones de almacenamiento

Las sustancias químicas, deben almacenarse de acuerdo a sus propiedades fisicoquímicas y no por orden alfabético, puesto que los productos químicos incompatibles pueden resultar en un incendio, explosión, formación de gases y vapores tóxicos peligrosos, etc [15].

La guía de almacenamiento químico mixto, debe estar publicada en los diferentes puntos donde se almacenen productos químicos de forma que sea de fácil consulta y aplicabilidad para el personal [24].

8. Prevención de incendios

En los laboratorios se manejan y almacenan productos químicos inflamables, además existen instalaciones de gas, electricidad, al igual que cigarros, cerillos, la eliminación inadecuada de basura, etc., que en un momento dado pueden ser fuentes para la iniciación de incendios, por ello es necesario prevenirlos y estar preparados para combatir este tipo de accidentes.

Un incendio es todo fuego no controlado que cause o no daños directos [28]. Para que se inicie y mantenga el fuego se necesitan reunir tres elementos:

- El combustible es cualquier material que pueda quemarse.
- El oxígeno se encuentra presente en el aire.
- El calor viene de cualquier chispa o flama de un cigarro, mechero, etc.

El fuego es una reacción química en que se oxida violentamente un material y se desprende el suficiente calor para que dicha reacción se sostenga. Es el resultado de la combinación de COMBUSTIBLE, CALOR Y OXÍGENO [28].

Existen cuatro clases de fuego (CUADRO 6) y los extintores se seleccionan de acuerdo a ellos (CUADRO 7) [28].

CUADRO 6. CLASIFICACIÓN DEL FUEGO [28].

	<p>Es aquel que se presenta en material combustible sólido, generalmente de naturaleza orgánica, y que su combustión se realiza normalmente con formación de brasas.</p>		<p>Es aquel que involucra aparatos, equipos e instalaciones eléctricas energizadas.</p>
	<p>Es aquel que se presenta en líquidos combustibles e inflamables y gases inflamables.</p>		<p>Es aquel en el que intervienen metales combustibles, tales como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.</p>

CUADRO 7. Clase de Fuego y Agente Extintor Aplicable [28]

Agente extintor	Fuego Clase A	Fuego Clase B	Fuego Clase C	Fuego Clase D
Agua	Sí	No	No	No
Polvo Químico Seco, tipo ABC	Sí	Sí	Sí	No
Polvo Químico Seco, tipo BC	No	Sí	Sí	No
Bióxido de Carbono (CO ₂)	No	Sí	Sí	No
Agentes limpios	Sí	Sí	Sí	No
Espuma Mecánica	Sí	Sí	No	No
Agentes Especiales	No	No	No	Sí
Químico Húmedo	Sí	Sí	No	No

Dentro de las causas principales de incendios, se encuentran los cigarrillos por lo que es importante no fumar en donde está prohibido, cerca de materiales peligrosos o inflamables y asegurarse de apagar bien su cigarrillo.

Otro elemento que frecuentemente causa accidentes es la electricidad por lo que no debemos hacer modificaciones “austeras” de la instalación, no sobrecargar la instalación, utilizar reguladores y supresores de picos, etc. [29,30]

9. Primeros auxilios

Cuando a pesar de las medidas o controles preventivos ocurre algún accidente, el primer cuidado será el de buscar ayuda médica capacitada. En muchas ocasiones se requiere una acción inmediata para minimizar el daño, o incluso evitar que se produzca la muerte del accidentado. Es en estos casos cuando puede resultar de particular importancia la prestación de primeros auxilios. (Figura 12).



FIGURA 12.
Primeros Auxilios

Se denomina primeros auxilios a la asistencia o ayuda que se le da a una persona enferma o lesionada, mientras se le proporciona atención médica. Esta asistencia debe darse en el lapso comprendido entre el momento en que ocurre el accidente y en el que la atención médica principia.

En todo lugar de trabajo debe existir lo necesario para prestar primeros auxilios a las personas accidentadas en los casos de emergencia y deben existir botiquines que estén siempre disponibles [16].

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los laboratorios de Microbiología General I y II e Inmunología Clínica constituyen medio ambientes de trabajo especiales, generalmente únicos, que pueden presentar riesgos de enfermedades infecciosas para las personas que se encuentren en o cerca de ellos.

Con el fin de evitar riesgo durante el trabajo que se realiza en estos laboratorios se elaboró un manual electrónico enfocado a la bioseguridad en las prácticas de laboratorio, tomando en cuenta los lineamientos y recomendaciones existentes para el manejo de agentes biológicos descritos en la normatividad y reglamentación nacional aplicándolas con mayor naturalidad y fluidez.

OBJETIVO

Elaborar un manual electrónico sobre Bioseguridad, para los laboratorios de Microbiología General I y II e Inmunología Clínica de la Carrera de Química Farmacéutico Biológica, de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

HIPÓTESIS

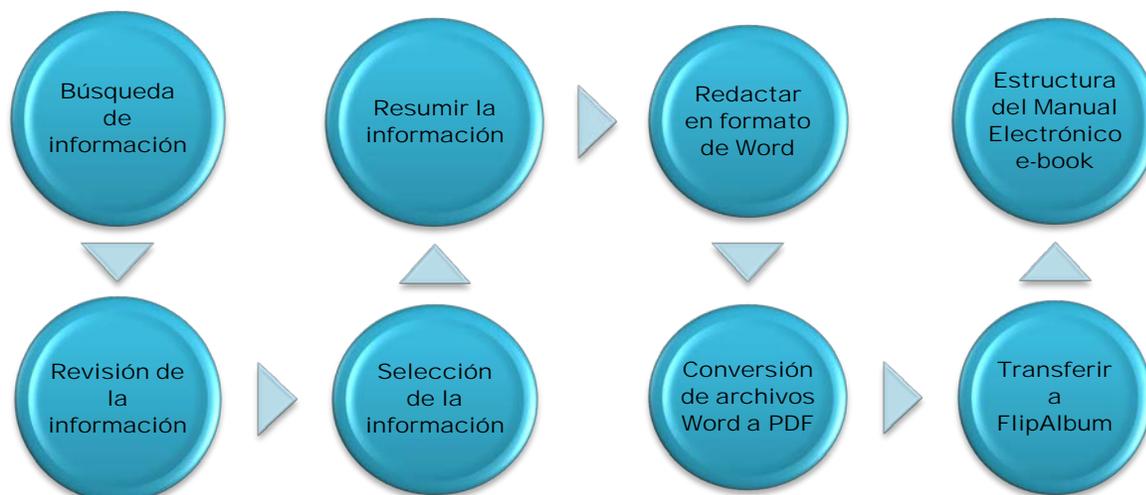
La creación de material multimedia en forma electrónica, con el tema de Bioseguridad, servirá como material de apoyo para los laboratorios de Microbiología General I y II e Inmunología de la carrera de QFB, de la FES Zaragoza.

METODOLOGÍA

1. Para la elaboración de este material didáctico, se tomó como modelo el laboratorio de Microbiología General I y II e Inmunología, extrapolarlo las Normas de Bioseguridad y Seguridad Química, NOM, entre otros documentos para dicho laboratorio.
2. Se realizó la búsqueda y recopilación, en diferentes fuentes de información, para cada tema presente en el manual electrónico. Se tuvo la precaución de seleccionar información lo más actual posible y se agregó la mayor cantidad de imágenes, ya que estas son la base de hacer comprensible y atractivo el material.

3. Se redactó la información en formato de Word y se organizó en el orden adecuado, por último, se convirtieron y guardaron los archivos en PDF, para después transferirlos a FlipAlbum logrando así la estructuración de e-Book.

DIAGRAMA DE FLUJO



RESULTADOS

Se elaboró un Manual electrónico con temas en materia de bioseguridad, para los laboratorios de Microbiología General I y II e Inmunología de la carrera de Química Farmacéutico Biológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. El manual contiene información útil y actualizada, además de imágenes que ilustran y facilitan la comprensión del mismo.

El Manual electrónico de Bioseguridad contiene los siguientes capítulos:

Capítulo 1	Generalidades de Bioseguridad
Capítulo 2	Seguridad General en el Laboratorio
Capítulo 3	Equipo de Protección Personal
Capítulo 4	Equipo de Seguridad en el Laboratorio
Capítulo 5	Laboratorio de Docencia
Capítulo 6	Disposición de Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos
Capítulo 7	Sustancias Químicas Peligrosas
Capítulo 8	Prevención de Incendios
Capítulo 9	Primeros Auxilios

A continuación se muestran algunas imágenes del manual electrónico.

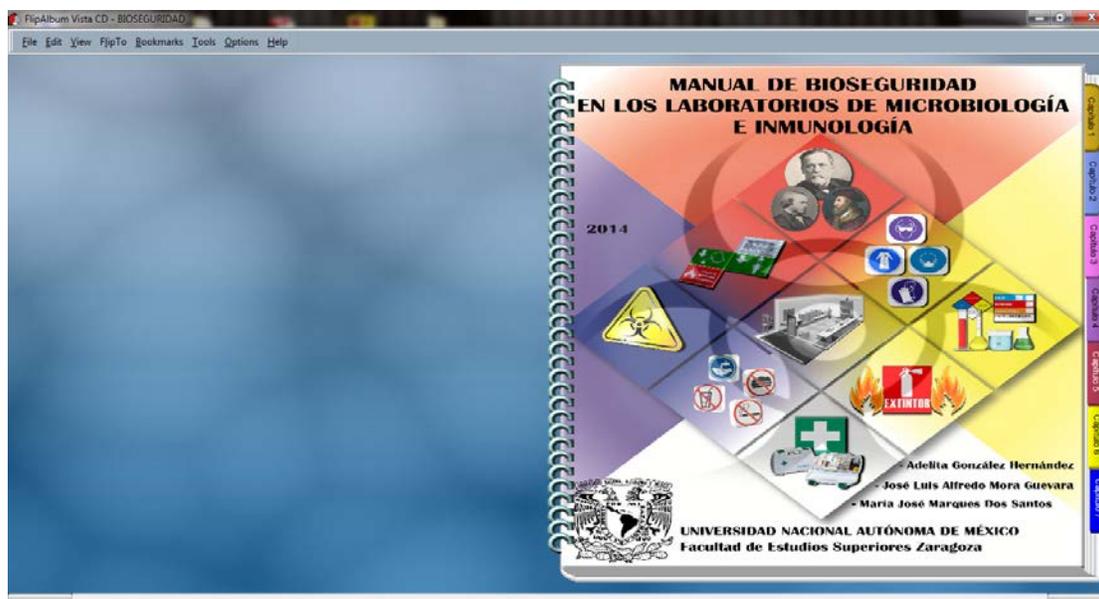


Figura 13
Portada del libro electrónico

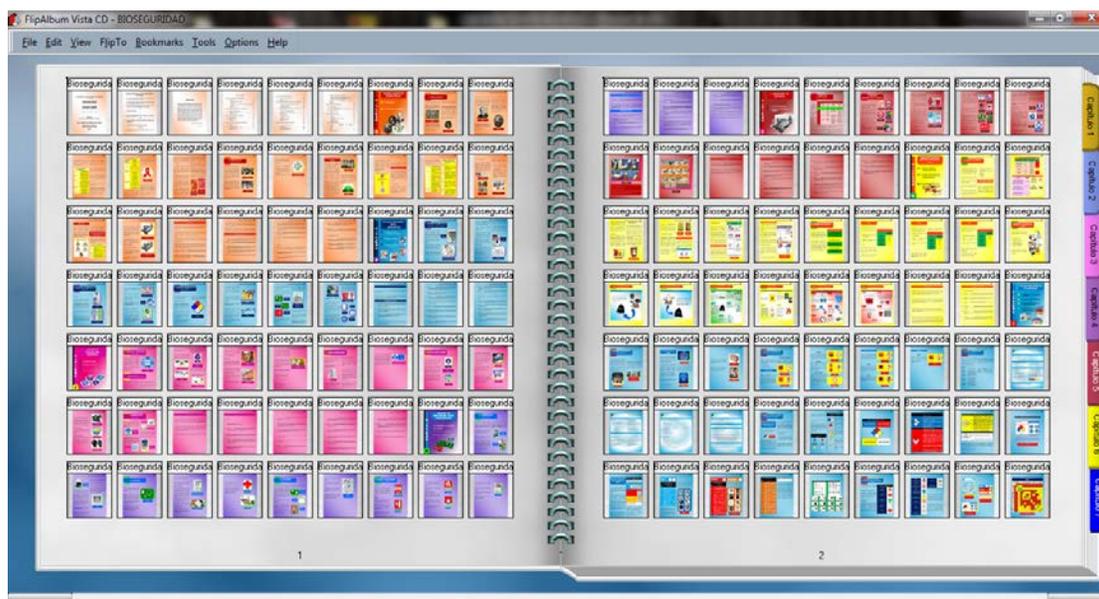


Figura 14
Imágenes del Índice del libro electrónico

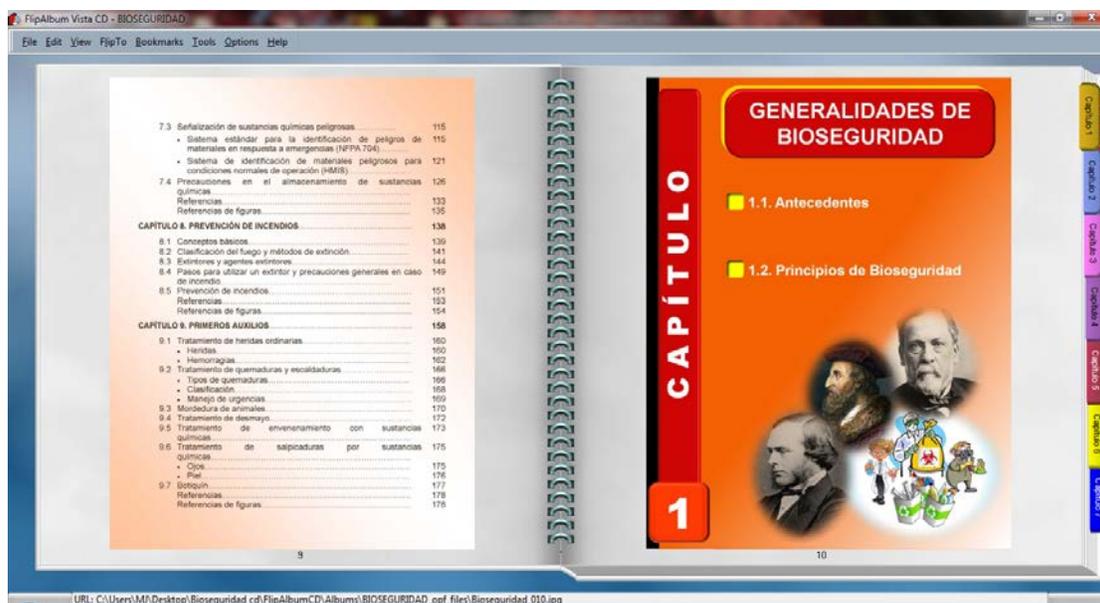


Figura 15
Portada del Capítulo 1

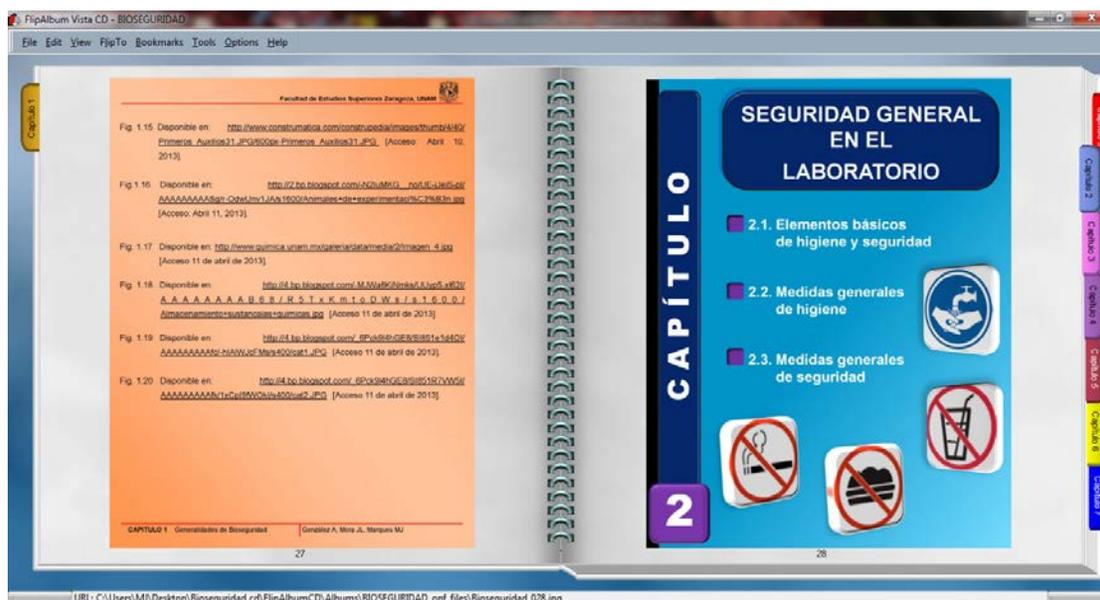


Figura 16
Portada del Capítulo 2

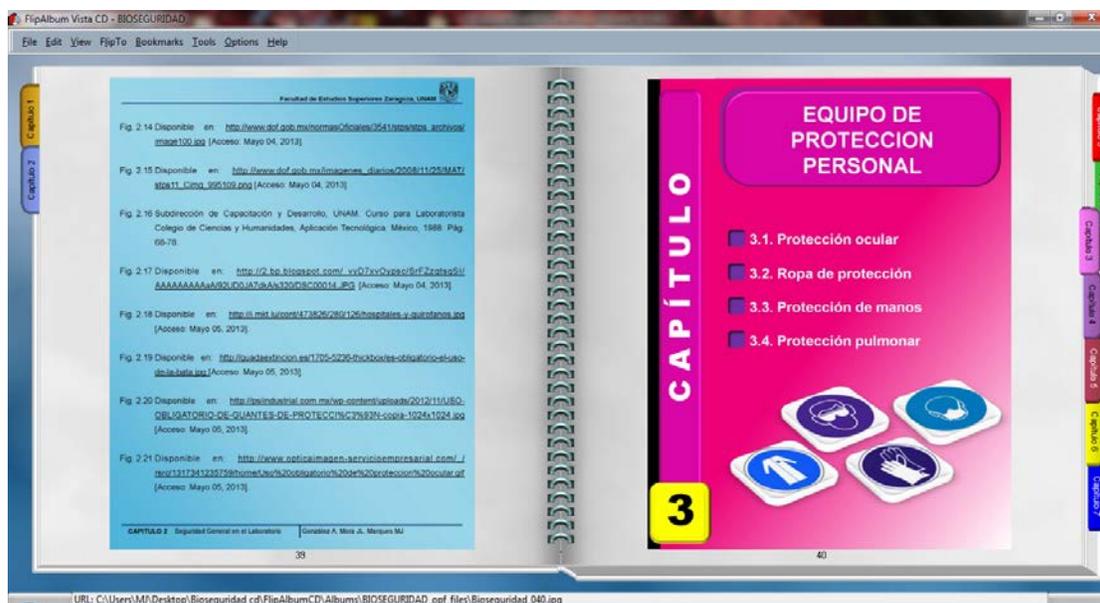


Figura 17
Portada del Capítulo 3

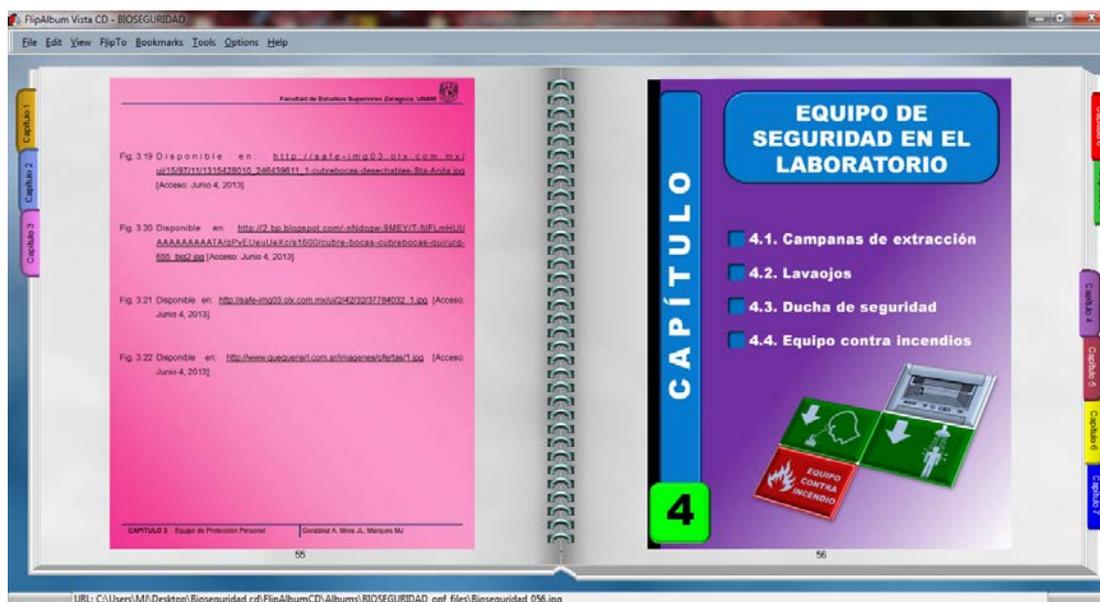


Figura 18
Portada del Capítulo 4

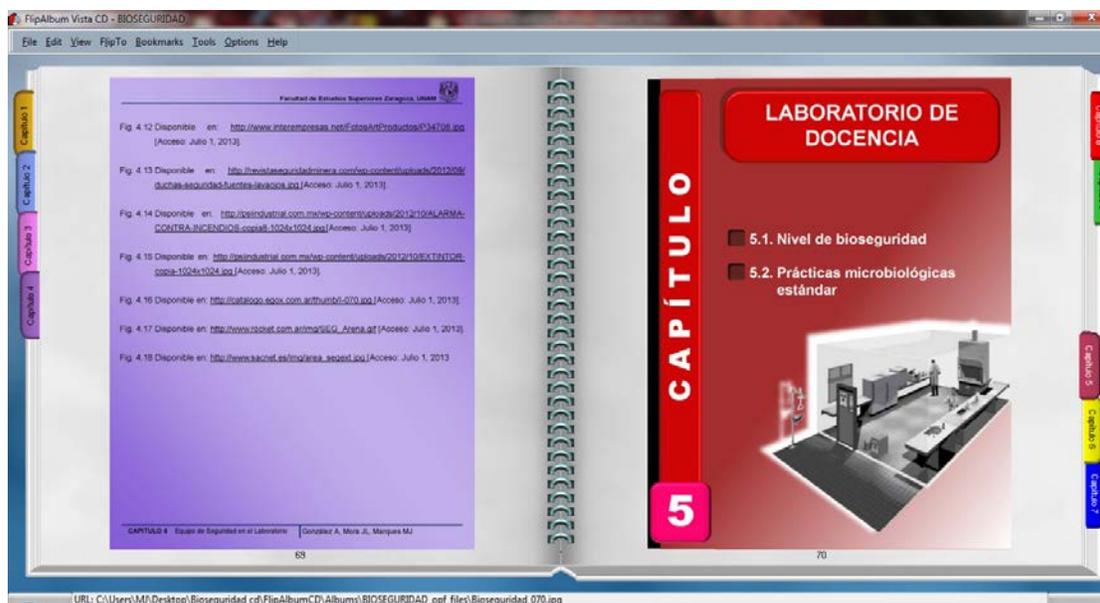


Figura 19
Portada del Capítulo 5

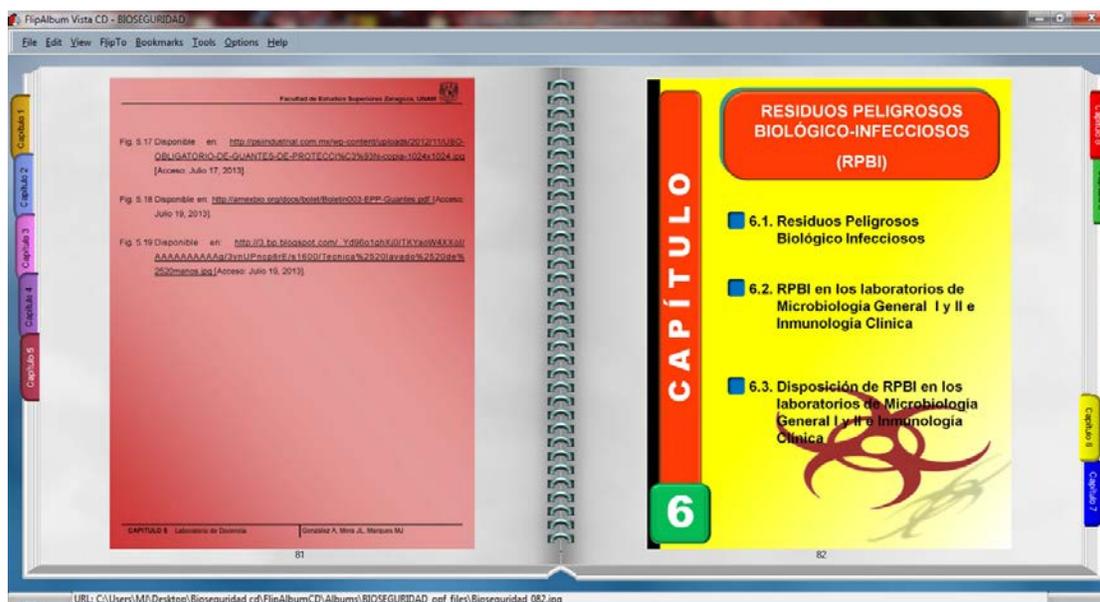


Figura 20
Portada del Capítulo 6



Figura 23
Portada del Capítulo 9

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El Manual electrónico de Bioseguridad es un material didáctico de enseñanza, que pone al alcance de los alumnos y profesores, temas relacionados con las buenas prácticas de laboratorio, medidas de seguridad y prevención que, en conjunto, lograrán disminuir o evitar los riesgos relacionados con el trabajo que se realiza en dicho recinto. Tiene como base la normatividad nacional e internacional, de la cual se tomó la información necesaria y actualizada, para los laboratorios de nivel docencia, en este caso, Microbiología General I y II e Inmunología de la carrera de Química Farmacéutico Biológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

El manual electrónico presenta varias cualidades:

- Es un recurso innovador para el aprendizaje.
- La organización del contenido y las imágenes, permiten que la información sea comprendida y aplicada con mayor facilidad.
- Su manejo es sencillo y dinámico.
- No se maltrata como los libros convencionales.
- Es factible de actualizar y fácil de transportar.

CONCLUSIONES

El manual electrónico de Bioseguridad junto con otros trabajos realizados en formato electrónico, como apoyo a la docencia dentro de la carrera de Química Farmacéutico Biológica, son una herramienta útil para alumnos, profesores y personas interesadas en el tema. La información que contienen ofrece utilidad y practicidad, se encuentra bien organizada, con gran cantidad de imágenes y un diseño que los hace atractivo para el lector, convirtiéndolos en materiales novedosos acorde con los avances tecnológicos.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. 3a ed. Génova. 2004. Disponible en: http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/CDS_CSR_LYO_2004_11SP.pdf [Acceso: Agosto 23,2012].
2. Mazario-Triana I, Mazario-Triana AC. Enseñar y aprender: conceptos y contextos. Disponible en: <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASHd99c.dir/doc.pdf> [Acceso: Abril 08, 2012].
3. Covarrubias PP. Representaciones de estudiantes universitarios sobre el aprendizaje significativo y las condiciones que lo favorecen. Perfiles educativos 2007; 29 (115): 49-71.
4. Educarchile. Teorías del aprendizaje. Disponible en: http://www.educarchile.cl/web_wizzard/visualiza.asp?id_proyecto=3&id_pagina=259 [Acceso: Abril 08, 2012].
5. Monereo C. Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Disponible en: <http://www.terras.edu.ar/jornadas/119/biblio/79Las-estrategias-de-aprendizaje.pdf>. [Acceso: Abril 08, 2012].
6. Herrera M. Las fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales educativos. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/352Herrera.pdf>. [Acceso Abril 08, 2012].

7. Cruz J. Teorías del aprendizaje y tecnología educativa. Editorial Trillas. México, 1986.
8. Navarro AE. Tesis Profesional. Elaboración de un manual de lecto-escritura. Universidad de las Américas de Puebla. Mayo 17, 2004.
9. La fábrica de libros. Una breve historia del libro. Disponible en: <http://www.lafabricadelibros.com> [Acceso: Abril 11, 2012].
10. Espinoza N, Morales OA. El texto electrónico: ¿la desaparición de lo impreso o la aparición de una nueva fuente de lectura? Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16459/1/texto_electronico.pdf [Acceso: Abril 11, 2012].
11. Aedo I, Díaz P. Diseño de libros electrónicos educativos. Disponible en: http://lsi.ugr.es/~mgea/workshops/interaccion2000/trabajos/articulos/articulos/Aedo_I.pdf. [Acceso Abril 11, 2012].
12. Coutin MG. Vigilancia en Salud: Apuntes sobre su desarrollo histórico. Reporte Técnico de Vigilancia. (9) May-Jun 2005. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/vigilancia/rtv0305.pdf> [Acceso: 04 abril, 2013].
13. Lara-Villegas HH, Ayala-Núñez NV, Rodríguez-Padilla C. Bioseguridad en el laboratorio: medidas importantes para el trabajo seguro. Bioquímica. 2008;33:59-70. Asociación Mexicana de Bioquímica Clínica, A.C. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57611111003> [Acceso: 23 agosto, 2012].
14. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Manual de Normas de Bioseguridad 2ª Ed. 2008. Disponible en: http://investigacion.uach.cl/archivos/manual_bioseguridad_2008.pdf [Acceso: 25 agosto, 2012].
15. Funes F, Panozo A, Cardozo T. Bioseguridad y Seguridad Química en Laboratorio. Cochabamba, Bolivia. 2005. Disponible en: http://www.swisscontact.bo/sw_files/mvhvmxjnomq.pdf [Acceso: 23 agosto, 2012].
16. Subdirección de Capacitación y Desarrollo, UNAM. Curso para Laboratorista C.C.H I, Aplicación Tecnológica. México, 1988. 68-78.

17. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Disponible en: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-017.pdf> [Acceso 21 de mayo, 2013].
18. Universidad de Alicante. Manual de Supervivencia en el Laboratorio. Disponible en: <http://ciencias.unizar.es/aux/seguridadSalud/ManualSupervivenciaUnivAlicante.pdf> [Acceso 21 de mayo, 2013].
19. Departamento de Salud y Servicios Humanos. Bioseguridad en Laboratorios de Microbiología y Biomedicina. 4ta Ed. 2002. Disponible en: <http://www.fgbf.unsl.edu.ar/cicua/Archivos/Manual-Bioseguridad-Lab-Microbiologia.pdf> [Acceso 25 agosto, 2013].
20. Secretaría de Salubridad y Asistencia. Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Protección Ambiental, Salud Ambiental, Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos, Clasificación y Especificaciones de Manejo. Disponible en: http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom087_semarnat.pdf [Acceso febrero 15, 2013].
21. Departamento de Química Orgánica. La seguridad en los laboratorios de prácticas. Universidad Complutense Madrid. Disponible en: http://eprints.ucm.es/5523/1/seguridad_en_el_laboratorio_de_alumnos.pdf [Acceso: Febrero 15, 2013].
22. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Disponible en: <http://www.ucol.mx/dgrh/uploads/media/NOM-005-STPS-1998.pdf> [Acceso 15 de febrero 2013].
23. Organización de las Naciones Unidas. Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos. 4ª ed. 2011. Disponible en: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/Spanish/ST-SG-AC10-30-Rev4sp.pdf [Acceso 15 de febrero, 2013].
24. Universidad Autónoma de Occidente. Manual de Manejo Seguro de Productos Químicos. Cali, Colombia. 2011. Disponible en: <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/3035/5/Anexo%2023.%20Manual%20de%20Manejo%20Seguro%20de%20Productos%20Quimicos..pdf> [Acceso 15 de febrero, 2013].

25. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Sustancias Químicas Peligrosas en los centros de trabajo. Disponible en: http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom018_semarnat.pdf [Acceso 15 de febrero, 2013].
26. National Fire Protection Association. NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazard of Materials for Emergency Response. 2007. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/004/nfpa.704.2007.pdf> [Acceso 15 de febrero, 2013].
27. Keller JJ. Hazardous Materials Identification System Implementation Manual. 2001. Disponible en:
- <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-1.pdf>
 - <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-2.pdf>
 - <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-3.pdf>
 - <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-4.pdf>
 - <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-5.pdf>
 - <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-6.pdf>
 - <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-7.pdf>
 - <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-8.pdf>
 - <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-9.pdf>
 - <http://www.jjkeller.com/wcsstore/CVCatalogAssetStore/references/miscellaneous/hmis-downloads/5M-10.pdf>.
- [Acceso 15 de febrero, 2013].
28. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de Seguridad-Prevención y Protección contra Incendios en los centros de trabajo. [En internet] México. [Acceso 22 de julio, 2013]. URL disponible en: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/33.pdf>

29. Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social. Guía Básica sobre Prevención de Incendios. [En internet]. [Acceso 22 de julio, 2013]. URL disponible en: <http://www.fremap.es/SiteCollectionDocuments/BuenasPracticasPrevencion/Manuales/MAN.005.pdf>
30. Aguilera de la Rosa G. Manual de combate y prevención de incendios. [En internet] 2005. [Acceso 22 de julio, 2013]. Disponible en: http://www.bomberoscajeme.mx/archivos/manual_cpi.pdf

REFERENCIAS DE FIGURAS

- Figura 1. Disponible en: http://3.bp.blogspot.com/-bhRtAtsznp0/TYoNwqrYIdI/AAAAAAAAACc/xTAUsP8D-iM/s1600/14042491_400.jpg [Acceso el 8 de abril 2013].
- Figura 2. Subdirección de Capacitación y Desarrollo. Curso para Laboratorista Colegio de Ciencias y Humanidades, Aplicación Tecnológica. Universidad Nacional Autónoma de México. 1988. 68-78.
- Figura 3. Subdirección de Capacitación y Desarrollo. Curso para Laboratorista Colegio de Ciencias y Humanidades, Aplicación Tecnológica. Universidad Nacional Autónoma de México. 1988. 68-78.
- Figura 4. Propia
- Figura 5. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_672.pdf [Acceso junio 28, 2013].
- Figura 6. Secretaría del trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Disponible en: [Acceso junio 28, 2013].
- Figura 7. Secretaría del trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Disponible en. [Acceso junio 29, 2013].

Figura 8. Disponible en:
<http://www.consejocolombianodeseguridad.org.co/img/contenido/133.jpg>
[Acceso julio 17, 2013].

Figura 9. Disponible en URL:
http://4.bp.blogspot.com/_6Pck9I4hGE8/SI851e1d4OI/AAAAAAAAAfc/-hIAIWJcFMs/s400/cat1.JPG [Acceso 11 de abril de 2013].

Figura 10. Propia

Figura 11. Propia

Figura 12. Disponible en:
http://blogs.siglo22.net/marizaldos/files/PRIMEROS_AUXILIOS_PROTECCION_CIVIL.gif [Acceso 11 de septiembre de 2013].

Figura 13. Propia.

Figura 14. Propia.

Figura 15. Propia.

Figura 16. Propia.

Figura 17. Propia.

Figura 18. Propia.

Figura 19. Propia.

Figura 20. Propia.

Figura 21. Propia.

Figura 22. Propia

Figura 23. Propia