

47
201



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**EVALUACION DE LOS FACTORES TOXICOLOGICOS
EN EL AMBIENTE LABORAL PARA LA PREVENCION
DE ENFERMEDADES PROFESIONALES**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A:
CECILIA HERNANDEZ AVILA

FALLA DE ORIGEN

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	
"EL PROBLEMA TOXICOLOGICO INDUSTRIAL"	3
CAPITULO 2	
"CONCEPTO MODERNO DE LA SALUD OCUPACIONAL"	17
CAPITULO 3	
"LEGISLACION MEXICANA SOBRE TOXICOLOGIA INDUSTRIAL"	27
CAPITULO 4	
"PRINCIPIOS DE TOXICOLOGIA INDUSTRIAL"	47
CAPITULO 5	
"PARAMETROS DE CONTROL"	82
CAPITULO 6	
"METODOS DE EVALUACION DE AMBIENTES"	95
CONCLUSIONES	133
BIBLIOGRAFIA	135

INTRODUCCION.

La creación de nuevas tecnologías y el crecimiento de las ya existentes imponen una gran variedad de actividades industriales que contribuyen al desarrollo económico pero traen como consecuencia la aparición de riesgos laborales y peligros públicos. El presente trabajo ha surgido como una manifestación de la creciente necesidad que existe en la industria química en general, de evaluar y controlar aquellos factores presentes en el ambiente laboral que pueden causar enfermedades.

El profesional de la química está siempre en contacto con sustancias que aumentan el riesgo de que suceda un accidente o una enfermedad, por ello es necesario que se capacite para evaluar y prevenir dichos riesgos, y su responsabilidad es aún mayor si se considera que los contaminantes creados por la industria, afectan no sólo al que trabaja directamente con ellos sino que deteriora el medio ambiente y consecuentemente, el equilibrio de los seres que viven en contacto con él. Esta tarea implica una disciplina y una mentalidad que busquen en todo momento salvaguardar todo lo que nos rodea, trabajo que debe comenzar por la formación de un profesional más consciente y mejor preparado para poder afrontar así, los problemas de nuestro mundo.

Este trabajo pretende presentar de una manera clara los principios básicos para determinar y controlar los factores de tipo toxicológico que se pueden presentar (y se presentan) -

en el medio de la profesión química, exponiendo los conceptos y conocimientos fundamentales que nos encaminan a una comprensión más profunda de las diferentes áreas orientadas en beneficio del hombre. Tales áreas como el Derecho, la Ecología, la Toxicología y la Seguridad e Higiene han surgido como requerimiento de una sociedad que al cambiar ha transformado sus propias condiciones y necesidades. Así, al surgir la industria, aparecen o se agudizan problemas que crecen con ella y que resultan ser cada vez más difíciles de tratar, como las enfermedades y los aspectos legales que éstas implican; pero también se desarrollan aspectos positivos que ayudan a lograr producción, calidad y bienestar como resultado final de las labores cotidianas del hombre.

Por lo tanto, la siguiente información es parte del conocimiento de todos aquellos involucrados en este campo y que todo profesional de la química debe poseer. El complemento de este conocimiento consiste en las experiencias y aportaciones -- que cada uno de nosotros tenga al respecto y así, de una manera o de otra, podremos hacer algo provechoso por los demás.

1. EL PROBLEMA TOXICOLOGICO INDUSTRIAL.

La capacidad productiva del hombre primitivo se vió disminuida por los accidentes ocurridos en sus actividades -la caza y la pesca- ocupaciones primordiales de la época. Más tarde y a medida que avanza el tiempo surgen nuevas tareas, la agricultura, la minería, las artesanías, y el hombre se enfrenta a -- las enfermedades ocasionadas por su ocupación o tipo de trabajo.

Aunque la medicina de Hipócrates, estaba destinada principalmente a las clases más acomodadas, sin prestar mayor atención a los problemas de las clases laborales, se puede encontrar en algunas de las obras que de él se conservan (o que le son atribuidas) referencias que podrían señalar los primeros atisbos de enfermedades y accidentes relacionados con la ocupación; Plinio el Viejo, en los inicios de nuestra era, hace también menciones similares. La primera referencia bien definida se encuentra, sin embargo, en la obra monumental de George Bauer (1494-1555), mejor conocido como George Agricola, a --- quien se puede calificar como el primer "ingeniero" metalúrgico, autor del tratado De Re Metallica, obra en 12 libros publicados póstumamente al año siguiente de su muerte (1556). En el libro VI se refiere a la ventilación de las minas; describe técnicas para construir las correspondientes chimeneas y para hacerlas más eficientes, y señala las enfermedades que afectan a los mineros, aunque sin atribuirles todavía a las causas que

ahora se aceptan como válidas. Observó en forma un poco pintoresca, que en los Cárpatos había encontrado "mujeres que eran viudas de siete maridos", frase que tal vez mejor que ninguna estadística nos expresa las escasas expectativas de vida de estos trabajadores.

El título de "padre de la salud ocupacional" se suele reservar, al médico italiano Bernardino Ramazzini (1633-1714), profesor de medicina durante más de 18 años en la Universidad de Módena, quien realizó estudios bastante precisos sobre epidemiología. Es probable que, sea mejor recordado, no por sus libros sobre epidemiología, sino por su obra bastante más modesta en volúmen, De Morbis Artificum Diatriba (De las Enfermedades de los Trabajadores), publicada en 1700, justo al terminar el siglo XVII y cuando su autor había cumplido ya los 67 años de edad. En ella se estudian y describen las enfermedades que afectan a los trabajadores de numerosos oficios conocidos, haciendo sobre ellas observaciones precisas y todavía valederas en cierta forma.

El siglo XVIII constituyó una época de profundos e importantes cambios tecnológicos que dieron nacimiento a lo que Arnold Toynbee bautizó como la Revolución Industrial en Inglaterra. La patente otorgada a James Watt en 1781 para una máquina de vapor de movimiento rotatorio y la invención en 1785 de un regulador automático de velocidad, utilizado hasta la fecha, permitieron al hombre por primera vez disponer de una fuente de energía controlable, barata y abundante, independizándolo -

de las que podríamos llamar naturales, como la energía cinética de las corrientes de agua y del viento, difíciles de controlar, y de la energía del hombre y otros animales, de escaso rendimiento. El éxito de la nueva invención quedó demostrado al instalarse, sólo en Inglaterra y entre los años 1783 y 1800 unas 500 máquinas de vapor.

La organización de las primeras industrias representó una verdadera tragedia para las clases laborales y proletarias. En talleres oscuros y contaminados por polvo, humo, gases y vapores producidos por los procesos de elaboración, se amontonaban hombres, mujeres y niños, en jornadas de 12 y más horas diarias. Los salarios alcanzaban apenas para adquirir los alimentos y ropas más indispensables. Grabados y relatos de la época muestran a mujeres arrastrándose por los túneles de la mina, unidas como bestias de carga a los carros que acarreaban los minerales, y a niños de menos de 10 años desarrollar jornadas agotadoras.

Los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales diezaban a los grupos laborales, cuya expectativa de vida apenas sobrepasaba de los 30 años; el incipiente desarrollo económico y la falta de especialización los hacía fáciles de reemplazar. Los escritores sociales, sin embargo, comenzaron a describir estas condiciones, que actualmente parecen increíbles y contribuyeron a crear lentamente un sentimiento de indignación tanto entre los trabajadores como en las clases dirigentes y en toda la comunidad que, en conjunto, comenzó a exi-

gir y a obtener poco en una lucha que dejó numerosos mártires.

Sin embargo, no fueron tanto las consideraciones humanitarias como las económicas las que mejoraron la suerte de los -- trabajadores. El desarrollo tecnológico y las nuevas y cada -- vez más complejas industrias dieron origen a la especializa--- ción en las actividades obreras más difíciles de remplazar. -- Los empresarios comenzaron a darse cuenta de que un trabajador enfermo o accidentado podía significar una máquina o equipo de-- tenido, con la consiguiente menor producción y disminución de-- las ganancias. Surgió así el concepto de mantener mejores con-- diciones ambientales dentro de las industrias y otros lugares-- de trabajo, constituía un buen negocio y tanto los gobiernos -- como las instituciones patronales intentaron corregir las si-- tuaciones más serias. Las revoluciones sociales de los siglos-- XIX y XX, por otra parte, provocaron el despertar de los traba-- jadores que comenzaron a exigir, cada vez con más energía, con-- diciones de trabajo más dignas y confortables, que no pusiesen en peligro su salud y su vida.

Así, en la actualidad, el concepto de salud ocupacional -- tiene como objetivo promover y mantener el mayor grado posible de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en to-- das las profesiones; prevenir todo daño causado a la salud de-- éstos por las condiciones de su trabajo; protegerlos en su em-- pleo contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes perjudiciales a su salud; colocar y mantener al trabajador en-- un empleo adecuado a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas

y, en suma, adaptar el trabajo al hombre y cada hombre en su actividad.

A pesar de ser muy claros los objetivos, en verdad es difícil definir las fronteras entre salud ocupacional y salud pública, o mejor, atención al hombre en relación con su trabajo, tanto desde el punto de vista físico como mental, mientras que la salud pública trata del hombre en relación con su ambiente en sociedad, fuera del lugar de trabajo donde factores como la contaminación del aire y del agua, el ruido, la nutrición e infecciones pueden influir en su salud.

Es necesario registrar la tendencia actual de ampliar el significado del "ambiente" (o "microambiente") -factores o agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales- del lugar de trabajo hacia un enfoque más global del "macroambiente" en sus componentes culturales, sociales, económicos y también físicos.

La repercusión económica de la enfermedad tiene cuatro fuentes fundamentales. La primera está constituida por las muertes prematuras, que frustran la posibilidad de acción económica de los miembros activos de la sociedad. La segunda, por la incapacitación total o parcial que, además de plantear en mayor o menor grado el problema anterior supone el mantenimiento de miembros no productivos. La tercera, la integran las pérdidas de jornadas de trabajo por enfermedades de corta o mediana duración. La cuarta, por último, es el costo de la asistencia médica, la prevención de la enfermedad y la promoción de -

la salud. La suma de todas estas pérdidas y gastos es un costo de peso decisivo en toda colectividad humana. En líneas generales, se calcula que en un país desarrollado la pérdida de jornadas laborales por enfermedad representa en torno al 2% del Producto Interno Bruto. Más altas todavía son las correspondientes a las otras fuentes citadas. En conjunto, las pérdidas por enfermedad pueden estimarse entre un 10 y un 15% del Producto Interno Bruto, porcentaje que, sumado al de los gastos de asistencia y prevención de las enfermedades y promoción de la salud, se aproxima al 20% de dicho P.I.B.

A la vista de las importantes repercusiones económicas de la enfermedad, no pueden extrañar las de carácter social y político. La enfermedad es asimismo, protagonista de primera clase en todos los órdenes de la cultura. Resulta evidente su presencia en el pensamiento, en las creencias, en el arte y en la literatura, en la moral, en las leyes y en las costumbres.

El problema toxicológico industrial no implica únicamente graves alteraciones fisiológicas y psicológicas en el trabajador y el consecuente daño económico; en la actualidad, el ser humano reconoce un daño aún más grave, ha estado presente desde la aparición del hombre en nuestro planeta, sin haber sido causa de atención real hasta que, en la actualidad las repercusiones en el medio ambiente no se han dejado esperar. Puesto que toda manifestación de vida esté implicada en algunas de las actuaciones del hombre, el problema de la contaminación no es sólo un problema de estética o, de moral, sino de subsisten

cia.

La contaminación es la degradación del medio ambiente por los desechos del hombre. No hay duda de que no es fácil ponerse de acuerdo en qué consiste esta contaminación, pues diferentes personas, según las circunstancias, pueden considerar el problema desde puntos de vista muy distintos. La gente se da más cuenta de la contaminación causada por la industria que de cualquier otra. Esto es debido en parte a la suciedad producida por la industria que es con frecuencia más visible que la contaminación de otros orígenes, pero también, porque las organizaciones industriales han sido últimamente muy criticadas -- por contaminar el medio ambiente. Una vez dicho esto, no obstante, hay que señalar que la industria, como la agricultura, sólo está actuando en respuesta a la demanda general de un más alto nivel material de vida. Y por consiguiente, si los productos y los beneficios siguen siendo prioritarios a la hora de controlar la contaminación, la culpa es de la comunidad.

Las industrias, naturalmente no se están expandiendo al ritmo de hace 30 años, pero no ha habido desaceleración en el ritmo al que los nuevos procesos y productos se están desarrollando y empleando. Cientos de compuestos químicos se están constantemente sintetizando en los laboratorios del mundo industrializado, en una continua búsqueda de mejor calidad, eficacia y costos más reducidos, por lo que no es la falta de información, sino la superabundancia de ésta lo que hace muy difícil así para cualquier persona el mantenerse al día en lo re

ferente a los muchos nuevos productos químicos y sus posibles efectos secundarios.

En muchos casos, de hecho, no existe información sobre -- los efectos secundarios, pues el producto no ha estado en uso el tiempo suficiente para ser debidamente comprobado. El ensayarlo totalmente por adelantado es, con frecuencia, prácticamente imposible en condiciones óptimas; y es una triste ironía de que muchas veces no podemos saber si un producto es seguro o nocivo hasta que ha probado una cosa o la otra mediante una amplia utilización. Ningún laboratorio ordinario puede anticipar y eliminar todo posible elemento de riesgo. Aunque los fabricantes bien acreditados actúen dentro de la ley y de buena fé, en ocasiones han de utilizar el mundo exterior como laboratorio final de ensayos, y en algunas veces con resultados terribles.

En un mundo tan competitivo como el nuestro, todo fabricante se siente impulsado a desarrollar nuevos productos en -- cantidades cada vez mayores. Por consiguiente todos, del más -- alto al más bajo, se ven apremiados a producir cada vez más; -- la meta constante, es la de extenderse, ensayar la comercialización de nuevos productos, modificar los formatos, los contenidos y los materiales. Y en la actualidad no es posible mantenerse al margen de las medidas precautorias establecidas.

Los lugares menos industrializados del planeta, naturalmente, no están todavía sufriendo los desagradables efectos de una directa y completa toxicidad. La amenaza a la que se enfren

tan es que están siendo expuestos a una cantidad creciente de contaminantes, perfectamente soportables en pequeñas cantidades. Con pocas excepciones, las sustancias venenosas pueden "venderse" en el medio ambiente. Muchas de ellas o se degradarán biológicamente, o serán absorbidas físicamente, dejando de ser peligrosas. Pero son los grandes volúmenes los que complican el problema.

En todo el mundo, las autoridades locales están desesperadas ante la imposibilidad de terminar con las crecientes cantidades de efluentes industriales. Las leyes contra la contaminación quedan desbordadas y desfasadas por las nuevas técnicas de fabricación y las siempre crecientes cantidades de contaminantes. No obstante, continúan las presiones en favor de una mayor producción, más productos y costos más bajos de fabricación.

Aunque los irritantes tales como las partículas de hidrocarburo en los humos, los derrames de petróleo o incluso el ácido sulfuroso no son de por sí persistentes, su producción va siendo lo suficientemente grande como para sobrepasar la capacidad de la biósfera para absorberlos. Cuando aún no ha absorbido muchos contaminantes de las industrias de días pasados y de procesos ya eliminados, tales como los alquitranes de las fábricas de tratamiento de tejidos del siglo XIX, el cromo residual de las antiguas industrias de curtidos, o los ácidos de las primitivas ferrerías de acero y estaño, se espera que la biósfera absorba mayores volúmenes de una mayor toxicidad, y

en ocasiones de una peligrosa persistencia. Como tales se pueden considerar los metales pesados: plomo, cadmio, mercurio, berilio, selenio y níquel, por citar sólo unos cuantos. Aunque pequeñísimas cantidades de estos elementos pueden ser necesarias para el funcionamiento normal del organismo, las cantidades que directa e indirectamente ingiere ahora el hombre son motivo de gran preocupación. Existen pruebas suficientes de que son nocivos, pues los casos de envenenamiento por metales pesados son numerosos, y están suficientemente documentados.

Habiendo desarrollado una tecnología extraordinariamente avanzada, corremos el riesgo de ser arrasados por ella; lejos de resolver nuestros problemas, pudiera ser que nos creara nuevos problemas para cuya solución no estamos preparados. Esto es también cierto de tecnologías menos avanzadas, en especial de las industrias de extracción: minas y canteras. Las objeciones a estas industrias solían centrarse en el hecho de que no tenían nada de bellas, lo cual era cierto. Pero como las industrias de extracción se han extendido (se están ahora duplicando por lo menos cada 14 años), y como las técnicas han avanzado, ha aumentado la preocupación por los efectos más prácticos de tales operaciones. El primer efecto de una operación extractiva es el alterar dramáticamente el paisaje, y a todos los efectos prácticos, irreversiblemente.

Las perforaciones petrolíferas son, por supuesto, la industria de extracción más reciente, y pudiera resultar la más perjudicial. Cualquiera que haya visto un campo petrolífero, -

con sus factorías y sus máquinas, sabrá lo que representa para el medio ambiente. En condiciones normales de trabajo, las industrias petrolíferas, con sus escapes de petróleo, chatarra - de sus factorías, humo de las llamaradas y congestión de vehículos, son extraordinariamente nocivos para el medio natural - circundante. Cualquier fallo de envergadura, como por ejemplo el desplome de una torre de perforación, la ruptura de un oleoducto, la colisión de petroleros o el incendio de depósitos petrolíferos (todo esto ha ocurrido en los últimos años), puede provocar una degradación masiva del medio ambiente difícil de restablecer en varios siglos. Las playas y las llanuras de las principales regiones productoras de petróleo de todo el mundo son testigos del impacto que las perforaciones han causado en la tierra y aguas circundantes. Este impacto se intensifica enormemente cada día que pasa.

Una cosa que podríamos hacer es detenernos a considerar - si el daño que la industria causa al medio ambiente es imputable a una determinada tecnología o más bien al mal uso de la misma. Si la propia tecnología es la culpable, la respuesta al problema debe provenir de una más intensa y cuidadosa investigación. Pero una gran parte de la contaminación puede atribuirse al descuido. Las chimeneas humeantes, los millones de litros de agua caliente que fluyen de las centrales eléctricas y las calderas de las fábricas, los residuos de aceites y productos químicos de las refinerías y de las plantas de transformación, todas estas cosas son residuos a escala colosal, escala-

que se está haciendo física y económicamente menos y menos soportable. Tanto los industriales como los gobiernos, por lo -- tanto, se han visto forzados a buscar formas de evitar este -- desperdicio; y la tendencia sin duda se acelerará a medida que se intensifique nuestro uso de la tierra, pues virtualmente na die puede escapar hoy en día a los efectos de la contaminación industrial.

La creciente aceptación de la necesidad de una reforma ha dado origen a una nueva, o relativamente nueva profesión: la g valuación tecnológica. Los evaluadores técnicos sopesan las -- ventajas de varios desarrollos industriales frente a los cos-- tos sociales y ambientales. Estas evaluaciones, esencialmente - hacen hincapié en dos consideraciones básicas: la salud humana y la productividad de la tierra. Ambos pueden ser medidos en - términos de costos friamente objetivos. En un mundo donde los países con frecuencia explotan sin medida sus recursos naturales sin intentar siquiera regenerarlos, y donde existe un deci dido deseo de reducir los costos sociales y monetarios de las enfermedades, las comparaciones están comenzando a salir a la luz.

Sin un grado de trastorno social, que sería inaceptable - para la mayoría de nosotros, las reformas necesarias para redu cir la repercusión ambiental de la industria tendrán, naturalmente, que ser bastante suaves. Sólo podrán ponerse en marcha con éxito como parte de un programa para el cuidado y mantenimiento de nuestra sociedad, así como de nuestro planeta. Los -

empleos no pueden desaparecer de la noche a la mañana simplemente porque los trabajadores están dedicados a producir sustancias intolerables para el medio ambiente, u operando en fábricas que son ecológicamente problemáticas. Los fabricantes - deben gozar de una cierta libertad para crear y desarrollarse. Los gobiernos, debidamente informados, deben tener derecho de no aceptar las objeciones, y a argumentar contra las protestas sobre temas del medio ambiente. Pero todos debemos estar bien-informados sobre la contaminación; y las decisiones en cuanto a los empleos, el desarrollo de productos, y las leyes sobre - el medio ambiente, deben tomarse abiertamente, estar firmemente apoyadas en datos imparciales.

Algunas de las más importantes industrias están usando -- los materiales con mayor cuidado y se reutilizan siempre que - es posible hacerlo. Es cierto que se hace, hasta cierto punto, por economía, pero no es censurable. Si el mejor camino para - darse cuenta de los peligros de la contaminación y de los desechos es por medio del bolsillo, bien venido sea; el resultado-final será tan beneficioso como si fuese promovido por principios éticos o altruistas. La economía y la moralidad ecológica en cualquier caso, están directamente relacionadas. Cuanto más contaminemos el medio ambiente, más dinero nos costará limpiarlo. Cuanto mayor sea la eficacia del reciclaje de los materiales, menores serán los gastos municipales para disponer de ellos.

El verdadero objetivo, por lo que a la industria concierne, es el máximo empleo posible de las nuevas técnicas desarro

lladas en los dos últimos siglos, sin destruir el medio ambiente.

2. CONCEPTO MODERNO DE SALUD OCUPACIONAL.

El proceso de industrialización constituye una tendencia de desarrollo que han seguido todos o casi todos los países -- del mundo debido a las expectativas de progreso y bienestar -- del hombre moderno.

Es cierto que el desarrollo industrial nos ha proporcionado bienes materiales que aligeran la vida y pueden hacerla más placentera, pero este proceso plausible y meritorio que pone a prueba el genio del hombre para la creación de nuevos recursos y nuevas técnicas de producción se ha revertido en males físicos y psíquicos para el trabajador como nunca antes.

Estas alteraciones físicas y psíquicas resultan en un deterioro en la eficiencia y calidad del trabajo afectando directamente la productividad de la industria, por lo que es elemental y conveniente procurar un ambiente laboral saludable.

El concepto moderno de salud como "equilibrio y bienestar físico, mental y social" incluye:

- La salud física o salud fisiológica como resultado del funcionamiento correcto del conjunto de células, tejidos órganos y sistemas del cuerpo humano.
- La salud psíquica que presupone un equilibrio intelectual y emocional.
- La salud social o bienestar en la vida relacional del individuo.

Las alteraciones del ambiente generadas por el trabajo -- crean una serie de factores agresivos para la salud, entre los que se encuentran:

- Factores mecánicos.
- Agentes físicos.
- Contaminantes químicos.
- Factores biológicos.
- Tensiones psicológicas y sociales.

Estos agresivos dan lugar a la Patología del Trabajo que puede resumirse en los siguientes riesgos profesionales:

- Accidentes de trabajo.
- Enfermedades profesionales.
- Fatiga.
- Envejecimiento y desgaste prematuro.
- Insatisfacción.

Los accidentes y las enfermedades profesionales se agrupan en la denominada Patología Específica del Trabajo en la -- que los factores ambientales derivados del mismo actúan como -- causas claramente determinantes.

Los diversos factores ambientales que pueden causar enfermedad, deterioro de la salud, o malestar o ineficiencia significativos en los trabajadores son, como ya se mencionó:

Factores mecánicos. Incluyen herramientas o lugares de trabajo

mal diseñados. Operaciones de levantamiento y alcance inadecuados, condiciones visuales deficientes o movimientos repetidos en posiciones incómodas, pueden ser causa de accidentes y/o enfermedades de trabajo. El diseño de las herramientas y del trabajo a realizar para que se adapten al hombre, debe ser de importancia primordial. Es necesario la aplicación inteligente de los principios de ingeniería y mecánica para eliminar los peligros de este tipo.

La exposición a muchos de estos factores nocivos o peligrosos puede producir una respuesta inmediata a la intensidad del mismo; o la respuesta puede aparecer debido a una exposición menos intensa y más prolongada.

Agentes físicos. Problemas relacionados con ruidos, temperaturas extremas, radiación ionizante, radiación no ionizante y presiones extremas constituyen agentes físicos. Es importante que el empleador, el supervisor y todos aquellos responsables de la seguridad y la salud estén alertas a estos peligros debido a la posibilidad de sus efectos inmediatos o acumulativos sobre la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.

Ruido. (Definido como "sonido indeseable") es un tipo de vibración que puede ser conducido por sólidos, líquidos o gases. Los efectos del ruido sobre el hombre incluyen:

*Efectos psicológicos (el ruido puede asustar, molestar, interrumpir la concentración, sueño o descanso):

- *Interferencia en la comunicación verbal y, como consecuencia, interferencia con la realización y seguridad del trabajo;
- *Efectos fisiológicos (pérdida de la audición inducida por el ruido y el dolor del oído cuando la exposición es severa).

Temperaturas extremas. El control de la temperatura del ambiente donde la gente trabaja es probablemente el factor más elemental de control ambiental. La experiencia general demuestra que las temperaturas extremas afectan la cantidad del trabajo que un individuo puede realizar y la forma en que lo realiza. Las altas temperaturas constituyen un problema industrial más frecuente que las bajas temperaturas.

- *El stress por calor es un problema ampliamente conocido del mismo modo que los problemas que se presentan en ambientes muy fríos ya que la gente funciona en forma eficiente sólo dentro de un ámbito de temperatura corporal muy estrecho.
- *El stress por frío es un problema agudo que se produce como resultado de una exposición prolongada al frío y pérdida de calor y se manifiesta por un estado de agotamiento en el individuo y temblores involuntarios. Una mayor pérdida de calor produce dificultades para hablar, pérdida de memoria y de la destreza manual, colapso y finalmente la muerte.

Radiación ionizante. Es en general, cualquier onda electromagnética o partícula radiante capaz de emitir iones; entre éstas se mencionan los rayos X y gamma, que son de carácter electromagnético, y radiaciones alfa, beta y neutrones de alta velocidad, que son de carácter corpuscular.

Deben reconocerse dos variedades de peligros:

- *Peligro externo, como los materiales radioactivos que emiten rayos X, gamma o neutrones, que pueden estar ubicados a cierta distancia del cuerpo y emitir radiación que producirá ionización (y en consecuencia daño) al atravesar el cuerpo humano.
- *Peligro interno, por la ingestión de isótopos que emitan partículas alfa y beta, que una vez dentro del organismo no encuentran una barrera y producen daños.

Radiación no ionizante. Son consideradas no ionizantes las diferentes formas de radiación electromagnética que tiene diversos efectos sobre el organismo, que dependen principalmente de la longitud de onda de la radiación en cuestión. Dentro de esta clasificación se encuentran:

- *Radiaciones de baja frecuencia, que pueden producir un aumento de la temperatura del cuerpo.
- *Microondas, que tienen intensidades suficientes para generar un calentamiento significativo de los tejidos y en un caso extremo, un aumento intolerable de la temperatura del cuerpo.

*Radiación infrarroja. No penetra debajo de la capa superficial de la piel, de modo que su único efecto es calentar la piel y los tejidos que se encuentran inmediatamente después de la misma llegando a provocar quemaduras.

*Radiación visible, es importante debido a que puede llegar a afectar tanto la calidad como la exactitud del trabajo. Con buena iluminación se logra generalmente un incremento en la calidad del producto acompañado de pérdidas menores y aumento de producción.

*Radiación ultravioleta. En la industria, los arcos de soldadura eléctrica y las lámparas germicidas son los productos más poderosos del ultravioleta y la exposición a esta radiación puede producir quemaduras severas.

*Laser. Tiene usos en moldeado y cortado de metales y soldaduras de partes microscópicas. Debe evitarse mirar directamente la fuente de laser o su reflexión ya que provoca daño en la retina.

Presiones extremas. Cuando los hombres trabajan a presiones superiores e inferiores a la presión atmosférica normal, están sujetos a contraer varias enfermedades relacionadas con el trabajo. Provocando problemas en tejidos, dientes, senos y oídos.

Contaminantes químicos. En determinadas circunstancias, estos productos pueden ser lesivos a quienes se exponen a ellos y dar lugar a una patología poco conocida por los médicos en ge-

neral, lo que motiva que se diagnostiquen en trastornos que en la mayor parte de los casos no corresponden a la realidad del problema.

Para reconocer los factores ambientales en la prevención de accidentes y enfermedades profesionales se debe tener conocimientos sobre productos químicos empleados como materia prima y la naturaleza de los productos finales y derivados fabricados.

Un contaminante químico es toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan posibilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

Factores biológicos. Incluyen insectos, hongos, mohos y contaminación bacteriana de ítems sanitarios y domésticos como el agua potable, eliminación de residuos industriales, manejo de alimentos e higiene personal. Los peligros químicos y biológicos se superponen.

Tensiones psicológicas y sociales. Se puede conservar la salud mental en el trabajo en la medida en que se satisfagan las necesidades de los trabajadores y de los ejecutivos, refiriéndose no sólo a necesidades económicas, sino de comodidad y cama-

radería dentro del trabajo. Es indispensable que el hombre adecuado esté en el puesto adecuado. Esto se logra por medio de la selección de personal correcta, por lo que se necesita conocer los puestos y lo que éstos requieren para ser desempeñados eficazmente.

El trabajo podemos dividirlo en material e intelectual, y en ambos casos hay un gasto de energía e implica una remuneración.

El obrero pertenece a la clase asalariada y presenta las siguientes características:

- a) Es dueño de su fuerza de trabajo
- b) Vive en inseguridad, no tiene reservas de dinero
- c) Participa poco en la elaboración de decisiones
- d) Se convierte en parte de la máquina
- e) Tiene débil capacidad de compra.

Los agentes psicosociales son todos aquellos factores potencialmente nocivos y susceptibles de causar un daño psicológico o social. Así, tenemos:

*Factores psicosociales laborales. Implican los atributos del trabajador.

Conocimientos (aptitudes): escolaridad, capacitación, calificación.

Disposiciones (actitudes y valores): dadas por el sexo la edad, la constitución física, el estado civil, el lugar de origen, el lugar de residencia, las costumbres y los intereses en el trabajo.

Motivaciones (aspiraciones y metas): sentimientos de esperanza, progreso laboral, prestaciones, creatividad, salario, seguridad del empleo, prestigio, desempeño útil - del trabajo, horario flexible, aceptación por parte del grupo.

*Factores psicosociales extralaborales constituyen disposiciones y motivaciones del ambiente ajeno al trabajo:

- a) Familia
- b) Asociaciones
- c) Religión
- d) Grupos políticos
- e) Grupos deportivos
- f) Vecinos, etc.

Los conflictos derivados de las desilusiones, las presiones de trabajo, el comportamiento irritante de los --compañeros, el sentimiento de inseguridad, etc. llevan a cambios de comportamientos en el trabajador que se manifiestan en actitudes negativas.

Las actitudes negativas de los trabajadores son las - que llevan a cuadros neuróticos, ocasionados por multi--tud de factores, pero sobre todo la situación de frustración de las aspiraciones y metas que desemboca en dolo--res de cabeza, males digestivos, etcétera.

La adaptación del trabajador a su trabajo y a su grupo laboral significa salud ocupacional.

El objetivo fundamental de la salud ocupacional es conseguir que los trabajadores se vean libres, a lo largo de toda su vida de trabajo, de cualquier daño a su salud ocasionado -- por las sustancias que manipulan o elaboran, los equipos, maquinaria y herramientas que utilizan o por las condiciones del ambiente en el que desarrollan sus actividades.

Para alcanzar estos objetivos utiliza tanto las técnicas de la ingeniería, química y medicina, como la de otras disciplinas afines, para medir, evaluar y controlar las condiciones ambientales que podrían afectar la salud o al bienestar de los trabajadores al constituir un riesgo potencial de accidentes o enfermedades profesionales.

3. LEGISLACION MEXICANA SOBRE TOXICOLOGIA INDUSTRIAL.

El Derecho surge con diáfana claridad cuando nos ponemos a reflexionar que el hombre "sociable por naturaleza" sólo une sus fuerzas al prójimo en tanto persigue fines iguales por caminos iguales, no así cuando la complejidad de las relaciones humanas evolucionadas lo impulsa a obtener los mismos satisfactores por medios distintos y frecuentemente hasta encontrados en el campo de la violencia física; y opera con precisión el aferramiento que presenta al "hombre como lobo del hombre", puesto -- que a partir de entonces la lucha por la existencia engendrará una agresión. En los orígenes debió existir una etapa en que la fuerza individual representaba el poder adquisitivo del hombre; después la industria o la destreza en el manejo de los -- instrumentos de ataque.

Tal etapa resultó insostenible: el Derecho emerge como -- factor que armoniza con la convivencia social compensando recíprocamente los intereses contrapuestos, del mismo modo como una balanza en equilibrio concilia la tendencia discordante de sus fuerzas.

Se puede concebir una humanidad viviendo sin una porción de cosas, sin esas cosas que como consecuencia de los adelantos científicos hacen más grata y placentera nuestra existencia. Se puede vivir inclusive sin arte o religión, pero es absolutamente imposible que pueda vivirse sin Derecho. Si éste -- desapareciera, la humanidad sólo viviría el tiempo necesario -

para destruirse a sí misma.

La misión del Derecho ha sido desde el principio de las colectividades, ordenar la convivencia sobre las bases de equilibrio y disciplina encausando y moderando los apetitos y las violencias del hombre; con este propósito le señala los medios pacíficos de lograr el desenvolvimiento de su propia personalidad.

El fin supremo a que aspira el Derecho es realizar su función en forma justa, puesto que un orden y disciplina social impuestos con oprobio y negación de lo bueno, justo y equitativo estaría en abierta y permanente pugna con los ideales humanos que postula la Filosofía del Derecho. Se añade que la justicia es la "constante y firme voluntad de dar a cada uno lo que corresponde"; no porque tenga la fuerza de extinguirlo, si no simplemente porque le corresponde. Y debe darse no en forma transitoria, sino permanente.

La ley es una regla de Derecho emanada del Poder Legislativo, aprobada y sancionada por el Ejecutivo, abstracta y obligatoria, de naturaleza general y permanente, que se refiere a un número indefinido de personas, de actos o de hechos, con aplicación durante un tiempo indefinido y dotada del carácter coercitivo del Derecho. El efecto primario de la ley es resolver la situación jurídica, creada por ella, al aplicarse a los casos que le están sujetos. Su aplicación es provocada por la realización de un acto (supuesto jurídico) en previsión del cual fué dictada por el legislador. Aunque la aplicación de la

ley requiere usualmente la intervención de la autoridad, a veces no es necesaria, en virtud del acatamiento voluntario y espontáneo de los interesados. Sin embargo, existen casos en que invariablemente debe intervenir alguna autoridad para comprobar la existencia del supuesto jurídico que motiva la aplicación de la ley.

La Constitución Política de un país constituye la ley suprema que regula dos aspectos: los derechos del hombre y la organización del Estado. El primero es fundamental para la convivencia de todos los individuos en una sociedad regida por el Derecho.

El Derecho produce para la sociedad una organización constituciones y leyes, es un regulador de actividades que tiene fundamentalmente el carácter de ser libre por sí mismo, ya que no lo crean los grupos o los individuos en el poder, sino que es una parte importante en la cultura y ésta es una resultante de la creatividad humana y de los procesos asociativos, por lo cual pertenece a todos sin diferencia ni restricciones.

La Constitución al ser norma suprema de un país, debe regular el tipo de Estado que se pretende adoptar y la forma de gobierno que se elija para su desenvolvimiento. De acuerdo con su Constitución Política, México es una República Representativa, Democrática y Federal; el gobierno está distribuido en tres poderes, donde ninguno sobresale ni es más fuerte, los cuales se conocen como Legislativo (el que hace las leyes), Ejecutivo (el que publica y vigila que se cumplan) y el Judi

cial (que se encarga de aplicar las leyes cuando existen conflictos), la ley suprema señala las facultades de cada uno de estos poderes. Los Estados adoptan para su régimen interior la forma de Gobierno Republicano, Representativo y Popular; son libres de organizar su Gobierno interno, con las limitaciones-referentes a la no invasión de las facultades de los Poderes - Federales.

De ahí que el Derecho Mexicano se divida, con relación a nuestra organización política, en Federal y Local. El Derecho-Federal está constituido por el conjunto de leyes que rigen en toda la Nación y que obligan por igual a todos los ciudadanos. El Derecho Local rige unicamente dentro del territorio de cada Estado de la República.

Las leyes federales son elaboradas por el Poder Legislativo de la Nación, que en ello cifra su principal función, en -- tanto que, las leyes locales las elabora la Legislatura Local-de cada Estado. Para el Distrito y Territorio Federales, cuyo-gobierno depende del Poder Ejecutivo de la Nación, de acuerdo-con la Carta Magna, el Congreso de la Unión hace las veces de-Poder Legislativo Local. Son leyes federales, por ejemplo: la-Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Código de Comercio, la Ley Federal del Trabajo, etc. En tanto que-son leyes locales, por ejemplo: del Estado de Puebla: la Cons-titución del Estado, el Código Civil del Estado, la Ley de Pen-siones de Retiro, etc.

Por lo tanto, se tienen en México cuatro muy importantes-

clases de leyes: las constitucionales, emanadas directamente de la Constitución General de la República y que participan de su naturaleza; las federales, de observancia obligatoria en todo el territorio nacional; las constitucionales locales que derivan directamente de las Constituciones de los Estados; y las locales con vigencia únicamente en el territorio del Estado -- donde se expiden.

Cabe hacer notar que a las leyes federales por lo común se les llama también reglamentarias u orgánicas de la Constitución en virtud de que explican y desarrollan pormenorizadamente los preceptos constitucionales. Como ejemplo se puede citar la Ley Federal del Trabajo que reglamenta el artículo 123 de la Constitución Federal y establece los órganos para aplicarlo

El Derecho del Trabajo y de la Previsión Social, conjunto de normas jurídicas caracterizado por su acentuado dinamismo -- surgió como revelación de los textos del artículo 123 de la -- Constitución Mexicana de 1917, anterior a la terminación de la Primera Guerra Mundial en 1918 y firma del Tratado de Paz de -- Versalles de 1919.

El artículo 123 Constitucional cuyas bases integran el Derecho Mexicano del Trabajo, está dividido en dos apartados: A) que rigen entre obreros, jornaleros, empleados domésticos, artesanos, universitarios y, de una manera general, todo contrato de trabajo, es decir, es aplicable a todo aquel que preste un servicio a otro en el campo de la producción económica y -- fuera de éste, y el apartado B) que rige las relaciones de tra

bajo entre el Estado y sus servidores, o sea entre los Poderes de la Unión y el Gobierno del Distrito Federal con sus trabajadores, excepto aquellos que por su naturaleza se rigen por leyes especiales como es el caso de las Fuerzas Armadas.

En el primer apartado entre otras cosas en los aspectos - de seguridad e higiene se señalan: jornada máxima de 8 horas - para los trabajadores, jornada máxima menor en la noche (7 horas), se prohíbe el trabajo nocturno industrial para menores de 16 años y mujeres, así como el que desempeñen labores que - impliquen riesgos para su salud o fuera de cierto horario (10 de la noche). Se prohíbe el trabajo para menores de 14 años, - y para los mayores de 14 años pero menores de 16, se dispone - de una jornada máxima de 6 horas. Se prescribe que el tiempo - extra no debe ser arriba de 3 horas diarias y a tres veces con - secutivas, para proteger fundamentalmente la salud del trabaja - dor. Se prohíbe la venta de bebidas embriagantes y el estable - cimiento de juegos de azar, además de que en caso de acciden - tes o enfermedades de trabajo, el patrón deberá pagar la in - demnización correspondiente, a fin de compensar la pérdida de - ingresos temporal o permanente. Se dispone que los patrones es - tán obligados a obedecer las normas sobre higiene y seguridad - y a tomar las medidas necesarias tendientes a evitar los acci - dentes de trabajo y a fin de proteger la vida y la salud de - los trabajadores.

Se prevé la expedición de la Ley del Seguro Social, que - tiene por objeto proteger al trabajador y a su familia contra

riesgos de trabajo, enfermedades y maternidad, invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte, proporcionándoles atención médica, pago de pensiones, jubilación, etc.

El apartado "B" que disciplina las relaciones de trabajo entre el Estado y sus servidores, consagra en lo general los mismos principios del apartado "A" y establece aspectos propios de esta relación de trabajo.

El artículo 123 identifica el Derecho del Trabajo con el Derecho Social, siendo el primero parte de éste. En consecuencia, el Derecho del Trabajo no es Derecho Público ni Derecho Privado, es Social.

El 31 de agosto de 1929, se aprobaron las reformas a los artículos 73, fracción X y 123, facultando al "Congreso de la Unión" para reglamentar el artículo citado, al expedir leyes de trabajo.

El primer proyecto de ley laboral, no fue aprobado. Un nuevo proyecto fue elaborado por la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo en 1931, interviniendo representantes de los sectores obrero y patronal tras los trámites legislativos, fue aprobada como Ley Federal del Trabajo. Esta ley es de observancia general en toda la república y su aplicación corresponde a las autoridades federales y locales en los casos y términos que la misma establece; la Ley Federal del Trabajo, puntualiza los preceptos sobre la seguridad industrial, dando lugar a la acción del patrón y a la acción del trabajador al señalar a cada uno derechos y obligaciones. El título noveno tra

ta en las definiciones de accidentes, enfermedades de trabajo e incapacidades por accidentes, así como las excepciones de --responsabilidad del patrón de accidentes en los casos de em--briaguez, drogas, riñas o lesiones intencionales.

En los artículos 509 y 510, se indica la constitución de las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene y sus condiciones de desempeño. El capítulo V, habla sobre las inspecciones de trabajo en donde se especifica las funciones fundamentales que deberán ejecutar los inspectores de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Los títulos, capítulos, artículos y fracciones en que tocan los aspectos de seguridad e higiene son:

TITULO II - CAPITULO IV. Artículo 47. Fracciones VII; XII y --XIII.

Artículo 51. Fracciones VII y VIII.

TITULO IV - CAPITULO I . Artículo 132. Fracciones III; IV; XVI
XVII; XVIII; XIX; XXIV y
XXVII.

Artículo 134. Fracciones II y VIII.

CAPITULO II. Artículo 135. Fracciones I; IV y V.

CAPITULO III BIS. Artículo 135 F).

TITULO IX - Todo el artículo 472 al 515 y sobresalen 490, 495,
499, 502, 504-I, 509, 510, 512 y 513.

CAPITULO V . Inspección del trabajo, todo el artí-
culo 540 al 550.

La Ley Federal del Trabajo, como reglamentaria del apartado A) contiene no solo preceptos materiales que integran propiamente el derecho sustantivo del trabajo, sino también formas constitutivos del Derecho Procesal del Trabajo así como disposiciones de carácter puramente administrativo que forman el Derecho Administrativo del Trabajo.

El Plan Nacional de Desarrollo establece las líneas de acción del gobierno federal en las principales áreas de la vida nacional. Dentro del mismo, la seguridad social de los trabajadores y el mejoramiento de las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo son prioritarias porque precisamente los trabajadores son los encargados de generar la riqueza del país

El incremento paulatino y sostenido de los riesgos de trabajo en los últimos años hace necesaria una mayor concientización de la problemática existente y llevar a cabo las acciones adecuadas para que todos los sectores contribuyan con su mejor esfuerzo en beneficio de la salud y seguridad de los trabajadores.

Con la finalidad de presentar alternativas concretas y realistas de solución, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social ha creado el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo que es una disposición integradora y complementaria de la Ley Federal del Trabajo, el cual tiene por objeto proveer en la esfera administrativa la observancia de dicha ley en materia de seguridad e higiene y lograr de este modo disminuir los accidentes y enfermedades que se producen u ori-

ginan en los centros de trabajo. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social es la facultada para expedir, con base en este Reglamento, los instructivos que considere necesarios para desarrollar, hacer explícitas y determinar la forma en que se deben cumplir las disposiciones. Los Instructivos del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo son relativos a las condiciones que deben cumplir los centros de trabajo en cuanto a seguridad e higiene se refiere, de los cuales se presenta a continuación una breve descripción.

Instructivo No 1. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS EDIFICIOS Y LOCALES DE LOS CENTROS DE TRABAJO.

Este, habla de las características en general que deben cumplir los centros de trabajo en aspectos tocantes a techos, paredes, pisos, patios, escaleras, rampas, escalas fijas, pasadizos y plataformas elevadas. Proporciona las reglas a seguir de acuerdo al tema como son: limpieza, material de construcción, dimensiones, pendientes, etc.

Instructivo No 2. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

Sus disposiciones generales están relacionadas con la prevención y protección contra incendios; el aislamiento de las áreas, locales o edificios donde se manejen materias primas, productos o subproductos que implican alto riesgo de incendio;

las características y especificaciones de las salidas normales y de emergencia, pasadizos, corredores, rampas, puertas y escaleras de emergencia y, equipo para la extinción de incendios.

Instructivo N° 3. RELATIVO A LA OBTENCION Y REFRENDO DE LICENCIAS PARA OPERADORES DE GRUAS Y MONTACARGAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

Este instructivo determina los requisitos para obtener y refrendar las licencias, de la validez de éstas y, de la responsabilidad del patrón en la operación de montacargas o grúas

Instructivo N° 4. RELATIVO A LOS SISTEMAS DE PROTECCION Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE LOS CENTROS DE TRABAJO.

En los centros de trabajo donde por naturaleza de los procedimientos se emplean equipos o maquinaria para la transmisión de energía mecánica, los patrones deben instalar los dispositivos de seguridad necesarios para prevenir y proteger a los trabajadores de los riesgos de trabajo, como son: dispositivos de seguridad en el punto de operación; equipo para izar; equipo de seguridad en los ascensores para carga, en los montacargas, tractores y carretillas autopropulsadas; de los transportadores de carga y del equipo conectado eléctricamente a tierra.

Instructivo N° 5. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD EN -

LOS CENTROS DE TRABAJO PARA EL ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y MA
NEJO DE SUSTANCIAS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES.

Todas las medidas que se deben adoptar en los locales en-
donde se almacenen, manejen a transporten sustancias inflama-
bles o combustibles, así como el almacenamiento, manejo y ----
transporte de dichas sustancias considerando:

- a) Características físicas y químicas de las sustancias
 - b) Los procesos y procedimientos de trabajo
 - c) Las instalaciones, maquinaria y equipo
- están comprendidas en este instructivo.

Instructivo Nº 6. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HI
GIENE PARA LA ESTIBA Y DESESTIBA DE LOS MATERIALES EN LOS CEN-
TROS DE TRABAJO.

Este instructivo marca las disposiciones para la delimita-
ción, ventilación e iluminación de los espacios destinados pa-
ra la estiba y desestiba y, la altura de las estibas en rela-
ción con su estabilidad.

Instructivo Nº 7. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HI-
GIENE PARA LA INSTALACION Y OPERACION DE FERROCARRILES EN LOS-
CENTROS DE TRABAJO.

Como su título lo indica, éste, proporciona las medidas a
seguir en la instalación y en la operación de los ferrocarril-
les, así como su planeación, organización y funcionamiento de-
acuerdo a:

- a) Las características del equipo ferroviario
- b) Las características físicas y estructurales de las áreas -- donde se instalen y operen ferrocarriles
- c) Los riesgos en las actividades implicadas
- d) Las medidas de protección específicas para proteger a los - trabajadores
- e) El equipo de protección personal que se debe proporcionar a los trabajadores.

Instructivo Nº 8. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HI
GIENE PARA LA PRODUCCION, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE EXPLOSI--
VOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

En los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen explosivos, los patrones deben disponer las medidas pa ra prevenir y proteger a los trabajadores contra el riesgo de explosión, teniendo en consideración lo siguiente:

- a) Las características físicas o químicas de las sustancias
- b) Los procesos y procedimientos de trabajo
- c) Las instalaciones, maquinaria y equipo
- d) El equipo de protección correspondiente que se debe proporcionar a los trabajadores.

Asimismo, indica las obligaciones de los patrones para in formar a sus trabajadores de los riesgos de explosión y las ma neras de prevenirlo, del establecimiento de códigos de alarma- y guía de procedimientos. De la misma manera dispone:

- a) Paredes, pisos y techos deben ser de materiales resistentes

al fuego

- b) Ventilación adecuada para evitar el riesgo de explosión
- c) Aislamiento de las fuentes de calor
- d) Instalación de equipos y líneas eléctricas a prueba de explosión
- e) Colocación adecuada de avisos
- f) Evitar la presencia de ignición
- g) Tener la protección de pararrayos
- h) Colocación de tapetes de hule para la limpieza de calzado, etc.

Instructivo Nº 9. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y MANEJO DE SUSTANCIAS CORROSIVAS, IRRITANTES Y TOXICAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

En los centros de trabajo donde se presentan estas circunstancias, este instructivo es aplicable e indica que se deben adoptar medidas para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de quemaduras, irritaciones o intoxicaciones, considerando:

- a) Características nocivas de las sustancias
- b) Características estructurales del centro de trabajo
- c) Sistemas técnicos de control
- d) Los contaminantes del ambiente de trabajo como agentes físicos, químicos o biológicos, que por sus propiedades, concentración, nivel y tiempo de acción pueden alterar la salud -

de los trabajadores

e) Equipo de protección personal correspondiente.

Instructivo Nº 10. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E -
HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO, DONDE SE PRODUZCAN, ALMACE-
NEN O MANEJEN SUSTANCIAS QUIMICAS CAPACES DE GENERAR CONTAMINA
CION EN EL AMBIENTE LABORAL.

Se establecen medidas para mejorar las condiciones de se-
guridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan
almacenen o manejen sustancias químicas que por sus propieda--
des, niveles de concentración y tiempo de acción sean capaces--
de contaminar el ambiente laboral y alterar la salud de los --
trabajadores, así como establecer los niveles máximos permisí-
bles de concentración de dichas sustancias. Se refiere también
a las obligaciones de los patrones de informar, reconocer, eva
luar y controlar aquellas sustancias que contaminen el ambien-
te. De la misma manera, menciona los requerimientos necesarios
en los centros de trabajo de nueva creación en cuanto a nive--
les máximos permisibles de concentración de contaminantes, y -
de las sanciones correspondientes en caso de inobservancia de-
las medidas citadas.

Instructivo Nº 11. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E -
HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO.

Marca las obligaciones y medidas para mejorar las condi--
ciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde-

se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de acción sean capaces de alterar la salud de los trabajadores así como establecer las correlaciones entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo.

Instructivo Nº 12. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E - HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE MANEJEN, ALMACENEN O TRANSPORTEN FUENTES GENERADORAS O EMISORAS DE RADIACIONES IONIZANTES CAPACES DE PRODUCIR CONTAMINACION EN EL AMBIENTE LABORAL.

Este instructivo proporciona las medidas a seguir para el reconocimiento, la evaluación y el control de radiaciones ionizantes en el ambiente laboral. Incluye, además tablas que indican las dosis máximas permisibles, nivel umbral límite ambiental y factores de calidad.

Instructivo Nº 13. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E - HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO, DONDE SE GENEREN RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS NO IONIZANTES.

Aquí se indican las disposiciones para el reconocimiento, evaluación y control de los centros de trabajo donde se presentan estos tipos de radiación, también proporciona tablas de niveles máximos de exposición para los trabajadores expuestos a estas radiaciones.

Instructivo Nº 14. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD PARA LOS TRABAJADORES QUE LABOREN A PRESIONES AMBIENTALES ANORMALES.

Se establecen las disposiciones para la descompresión y - períodos de descanso obligatorio, las características de los - gases y mezclas de éstos utilizados para la respiración y, el - tiempo y magnitud de la exposición a presiones ambientales a-- normales. Anexa también tablas referentes al tema.

Instructivo Nº 15. RELATIVO A LAS CONDICIONES TERMICAS AMBIEN- TALES EXTREMAS, ELEVADAS Y ABATIDAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

Señala los límites de exposición a condiciones térmicas - ambientales extremas (elevadas y abatidas) e incluye tablas- de los mismos.

Instructivo Nº 16. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E - HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO, REFERENTE A VENTILACION.

Abarca temas relacionados con la ventilación en lugares - de trabajo sujetos a altas y bajas temperaturas, lugares cerr- dos o de aire viciado o contaminado; dispositivos y equipos de ventilación, calefacción, etc.

Instructivo Nº 17. RELATIVO A LOS REQUERIMIENTOS Y CARACTERIS- TICAS DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL PARA LOS TRABAJADORES.

El instructivo es referente al uso de equipos de protec-- ción de la cabeza, oídos, cara y ojos, cuerpo y miembros, res-

piratoria, etc. cuando las actividades que por su naturaleza - lo requieran así.

Instructivo No 18. RELATIVO A LOS REQUERIMIENTOS Y CARACTERIS-
TICAS DE REGADERAS, VESTIDORES Y CASILLEROS EN LOS CENTROS DE-
TRABAJO.

Este instructivo especifica las clases de trabajo en que se requiere la instalación de regaderas para servicio de los - trabajadores, así como las características generales que deben tener éstas y los vestidores y casilleros en los centros de -- trabajo.

Instructivo No 19. RELATIVO A LA CONSTITUCION, REGISTRO Y FUN-
CIONAMIENTO DE LAS COMISIONES MIXTAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN
EL TRABAJO.

Las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene son los orga-
nismos que se establecen por la ley de la materia, para inves-
tigar las causas de los accidentes y enfermedades en los cen-
tros de trabajo, proponer medidas para prevenirlas y vigilar -
que las mismas se cumplan. Los patrones y los trabajadores con-
juntamente deben integrar las Comisiones Mixtas de Seguridad e
Higiene en sus centros de trabajo y las autoridades laborales-
estatales y las del Departamento del Distrito Federal auxilia-
rán a las autoridades laborales federales en la promoción para
la integración y registro, asesoría, verificación y dictamen -
en el funcionamiento de las Comisiones Mixtas de Seguridad e -

Higiene de los centros de trabajo ubicados en su jurisdicción.

Instructivo Nº 20. RELATIVO A LOS REQUERIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS BOTIQUINES PARA PRIMEROS AUXILIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

Aquí se indica la necesidad de tener en el centro de trabajo un botiquín y atención médica adecuados para poder proporcionar al trabajador los primeros auxilios cuando éstos sufran algún riesgo de trabajo en ejercicio o con motivo del mismo.

Instructivo Nº 21. RELATIVO A LOS REQUERIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS INFORMES DE LOS RIESGOS DE TRABAJO QUE OCURRAN, PARA INTEGRAR LAS ESTADÍSTICAS.

Con el objeto de que las autoridades del trabajo lleven una estadística nacional de accidentes y enfermedades de trabajo, los patrones deben dar aviso de los riesgos realizados a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social directamente o a las Delegaciones Federales del Trabajo o a la Junta de Conciliación y Arbitraje, dentro de las setenta y dos horas siguientes a su realización en caso de accidente, o de su detección en caso de enfermedad. El instructivo anexa los formatos de los reportes de accidentes de trabajo.

Es de esta manera, como se encuentra estructurado el Decreto Mexicano del Trabajo cuya finalidad es procurar la seguridad

dad y el bienestar del trabajador, asegurando una organización con instituciones y leyes que regulan las actividades en el desarrollo nacional.

4. PRINCIPIOS DE TOXICOLOGIA INDUSTRIAL.

En los albores de la historia, el triunfo del hombre sobre los secretos de los minerales y metales permitió un aumento considerable en la fabricación de herramientas y utensilios origen del desenvolvimiento de la industria, que por otra parte marca el inicio de una exposición laboral creciente a ciertos riesgos ocupacionales:

- Las descripciones de algunas enfermedades profesionales (producidas en minería, obtención de azufre y otras) - que hicieron Platón, Lucrecio y otros autores así como, - las que sobre la patología del plomo efectuaron Hipócrates y Galeno
- El estudio sobre la relación de cólicos saturninos con - las pinturas conteniendo plomo, del gran médico árabe, A vicena.
- En el siglo XVII, los trabajos de Agrícola y Paracelso.
- La aportación de Bernardo Ramazzini, creador de la medicina del trabajo, que en su obra "De Morbis Artificum - Diatriba" publicada en 1690 propone ya el término "higiene" y describe detalladamente los riesgos de 54 profesiones distintas.
- El origen de la toxicología científica puede colocarse - en la obra de M. J. B. Orfila (1787-1853). Oriundo de la isla de Menorca, estudió Matemáticas y Química en las universidades de Valencia, Barcelona y Madrid. Gracias a

sus conocimientos de química y su mente brillante, fué -
becado por la Asociación Comercial de Barcelona para con-
tinuar sus estudios en París. Allí obtuvo su doctorado -
en medicina, en 1811. Debido a la guerra permaneció en -
Francia, obteniendo la nacionalidad francesa en 1816. En-
tre otros cargos tuvo los de profesor de medicina legal-
y profesor de química. Como otros científicos de su tiem-
po ganó lo suficiente para pagar sus estudios dando con-
ferencias privadas de gran popularidad. Al experimentar-
con arsénico, notó que los fluidos corpóreos influían en
la toxicidad de aquel. Encontrado que no había informa-
ción toxicológica sobre el fierro, emprendió estudios o-
riginales para llenar esta deficiencia, estudios que cul-
minaron unos años más tarde en la publicación (en fran-
cés) de su Tratado sobre los venenos minerales, vegeta-
les y animales, o Toxicología General (París, 1814- ---
1815). Esta obra, que fué traducida en varios idiomas,-
es indudablemente la fundación de la toxicología experi-
mental y forense.

Orfila fue el primero en indicar que el análisis químico
es indispensable como prueba en envenenamientos letales;
él mismo elaboró los procedimientos necesarios. En otra-
obra (Auxilios que hay que dar a personas envenenadas o
asfixiadas, París, 1818) criticó duramente muchos de --
los antidotos ineficaces en boga, sugiriendo que se cong-
tituyeran por medios que sus trabajos habían mostrado --

ser eficaces, v. gr. clara de huevo, leche, sal común, - vinagre, jugo de limón, jabón y taninos.

Más tarde se han añadido consideraciones de aspectos iatrogénicos (es decir, debidos a la terapia medicamentosa), - forense, industriales y bélicos. Actualmente, a estos aspectos de gran trascendencia, se han aunado el estudio de los riesgos tóxicos a los cuales todos estamos expuestos en nuestra forzosa coexistencia con un mundo impregnado y dependiente de miles de sustancias que son toxones potenciales y reales. Esto ha -- transformado totalmente su cariz, de manera que podemos hablar de una nueva toxicología, actual, vital y en pleno desarrollo. Esta se caracteriza por el lado aplicado, porque incluye en su alcance todos los renglones antes mencionados y, por el lado - básico, en su afán de establecer los mecanismos de acción de - todo toxón -los fisiológicos, los bioquímicos y los fisicoquímicos y químicos-.

La nueva toxicología, aunque destaca la posición central del hombre como objeto principalmente amenazado, también se aboca a los daños producidos al medio ambiente (la biosfera)- que contiene todo lo que nos rodea: animales, plantas, organismos inferiores, hasta microorganismos. El enorme aumento de la población mundial, el desarrollo industrial y la fuerte urbanización han tenido un gran efecto sobre este aspecto de la toxicología. Los cambios mundiales mencionados han ido acompañados por demandas justificadas de mayores cantidades de alimentos-

y productos industriales para satisfacer nuestro deseo de un nivel de vida cada vez más alto. También el uso de energía ha aumentado tremendamente. Tanto la producción como el consumo resultan en cantidades masivas de desechos de todo tipo, cuya eliminación constituye en sí uno de los grandes problemas actuales.

La opinión, ampliamente difundida en los países desarrollados de "regresar a la naturaleza" como solución a estos problemas es una ficción basada en la falta total de comprensión de las necesidades de la vida moderna en conjunto. El mantenimiento del nivel de vida actual, tomando en cuenta el aumento adicional de la densidad de población, mientras que al mismo tiempo se mantiene el nivel de la vida, no sería posible a menos que hagamos uso -pero racional- de todos los medios a nuestra disposición. Esto significa que el hombre tendrá que aprender a vivir con la química de manera que todos sus aspectos positivos puedan desarrollarse al máximo, mientras que los aspectos negativos, entre otros el daño a su medio ambiente, se reduzcan al mínimo posible. Es deber de la toxicología proporcionar las bases necesarias para esto. En consecuencia, ahora como en el pasado, se dará principal importancia al aspecto curativo, al tratamiento de envenenamientos, pero ante todo a la prevención de la toxicidad. La adquisición de conocimientos sobre la acción de los toxones potenciales es por lo tanto una necesidad urgente.

<i>Etapa</i>	<i>Aplicada</i>	<i>Básica</i>
I. Tradicional (Antigüedad- 1900)	Venenos humanos: origen, efectos, antídotos	Mecanismos de acción fisiológicos (curare, atropina, etc.)
II. Moderna (1900-1945)	Aspectos iatrogénicos Aspectos forenses Aspectos industriales Aspectos básicos	Mecanismos de acción bioquímicos (inhibi- ción de enzimas, anti- metabolitos, etc.)
III. Contemporánea (1945-presente)	Toxones crónicos (aditivos, conta- minantes, etc.) en poblaciones Toxones ambientales Radiotoxicología Toxones mutágenos, carcinógenos y teratógenos Toxones ocupacionales Enervantes Toxicología bajo condiciones es- peciales	Mecanismos de acción físicoquímicos y quí- micos (coeficiente de partición, pK, K _M /K _I , alquilaciones, etc.)

figura 4.1 El desarrollo de la nueva toxicología.

Qué es la toxicología.

La toxicología es el estudio, la descripción y la comprensión de los efectos nocivos de sustancias sobre los seres vivos. Como tal constituye una subdivisión de la farmacología, - la cual se ocupa de todas las interacciones químicas, o sea, - moleculares, entre sustancias y objetos biológicos. La farmacología estudia por lo tanto no solamente medicamentos sino también toda sustancia con actividad biológica pronunciada, a la que podemos designar fármaco, como por ejemplo los venenos, insecticidas y otros plaguicidas, enervantes y sustancias adictivas ("drogas"), aditivos empleados en el procesamiento de alimentos, vitaminas y hormonas, etcétera.

Una característica de la farmacología y de la toxicología actuales es que no son ciencias meramente descriptivas que se limitan a enumerar los efectos producidos por tal o cual sustancia. Todo lo contrario: también se abocan al estudio de los mecanismos de acción básicos de sus efectos. La comprensión obtenida de esta manera contribuye al desarrollo de mejores medicamentos, al tratamiento más eficaz de intoxicaciones, a la obtención de plaguicidas menos peligrosos, a la prevención de reacciones indeseables, etc.

La interacción entre fármacos y la materia viva tiene dos aspectos que necesitan considerarse: además del efecto del fármaco, llevando a cabo transformaciones bioquímicas. Ambos aspectos son de gran importancia tanto en farmacología como en toxicología.

La toxicología no se ocupa de alimentos, ni de nutrientes vitaminas o minerales esenciales, mientras éstos son empleados en cantidades fisiológicas e ingeridos por vía oral; cuando éste no es el caso, por ejemplo cuando se toman cantidades excesivas de una vitamina, los efectos dañinos caerán dentro de su alcance. La toxicología tampoco se ocupa del estudio de la interacción entre agentes físicos y objetos biológicos (descargas eléctricas, prótesis, etc.) a menos que en ella esté involucrada una sustancia causante de un efecto nocivo.

Fármacos, xenobióticos, toxones y venenos.

Una discusión de las sustancias de importancia para la toxicología requiere de su clasificación y descripción. Se definen aquí una serie de términos que se usarán adelante.

Como ya se dijo, un fármaco es toda sustancia con actividad biológica pronunciada; entre éstas están los medicamentos, drogas, plaguicidas, vitaminas, hormonas, etc. Un xenobiótico es toda sustancia ajena al ser viviente; están incluidos aquí los agentes benignos, dañinos o inactivos, pero excluidas las vitaminas y las hormonas, que normalmente son sustancias endógenas. Un toxón es un fármaco o un xenobiótico con efectos nocivos, tanto dañinos como indeseables. Finalmente, un veneno es un toxón potente y peligroso. Así un toxón causa una intoxicación, mientras que un veneno produce un envenenamiento, o sea, una intoxicación que pone en peligro la vida.

Estos términos no son absolutos. Serán las circunstancias particulares, principalmente la dosis, las que determinarán su empleo. Por ejemplo, se habla de intoxicación y de síntomas tóxicos cuando una sustancia causa efectos dañinos a quien la utiliza, pero en la práctica sólo se llama veneno cuando se presentan grandes riesgos. Tampoco la sola presencia de una sustancia potencialmente tóxica en el organismo significa que se pueda hablar de intoxicación. Es indudable que todos albergamos una cierta cantidad de plomo, mercurio y D.D.T. en nues---

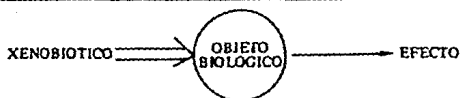
tros cuerpos, pero de ninguna manera podemos aseverar que sufrimos de intoxicaciones debidas a ellos; en general se trata de dosificaciones infratóxicas. Por otro lado, toda sustancia, inclusive el agua pura, puede ser un veneno en cuanto la dosis se eleve a un cierto nivel, llamado nivel tóxico.

El nivel tóxico tiene gran importancia: al conocerlo es posible precisar qué exposición a toxones potenciales es permisible todavía antes de que se presenten los síntomas característicos de la intoxicación. Esto es importante para la detección temprana de la exposición a venenos, y por lo tanto, para la prevención de envenenamientos.

Además del término veneno, frecuentemente se emplea la denominación sustancia peligrosa. El peligro que presentan sustancias potencialmente tóxicas es determinado en gran medida por situaciones particulares. El riesgo que presenta una sustancia dada, aunque frecuentemente depende de su naturaleza, es determinado principalmente por la posibilidad de quedar expuesto a ella y de la medida de su absorción por el organismo durante la exposición.

La toxicología molecular

La acción de sustancias biológicamente activas (fármacos), sean medicamentos o toxones, tiene como base una interacción a nivel molecular de estas sustancias con objetos biológicos. El conocimiento de los riesgos en el manejo de todo tipo-



-
- 1) No se absorbe y no produce efecto
 - 2) Contacto local produce efecto local
 - 3) Pasa rápidamente sin afectar sus funciones
 - 4) Acumulación y/o secuestación sin afectar sus funciones
 - 5) Causa efecto mientras permanece (reversible)
 - 6) Causa efectos irreversibles por asociación reversible
 - 7) Causa efectos irreversibles en constituyentes esenciales (irreparables) = lesión química
 - 8) Es convertido por el objeto biológico en un toxón (biotoxicación)
-

figura 4.2 Posibles interacciones entre xenobióticos y objetos biológicos.

de sustancia química no podrá adquirirse a menos que sea a nivel molecular. Esto es una aproximación a la actividad biológica de sustancias en la cual las moléculas son las unidades fundamentales. Tanto el fármaco (sea medicamento o toxón) como el objeto biológico constan de moléculas. El efecto farmacodinámico, ya sea terapéutico o tóxico, no puede ser otra cosa -- que la resultante de una interacción entre las moléculas del fármaco y las moléculas del objeto biológico.

La acción farmacodinámica es la interferencia de sustancias bioactivas en los procesos biológicos. Por lo tanto, es obvio que la bioquímica desempeña un papel muy importante en la interpretación de la acción de sustancias bioactivas. La investigación toxicológica y toda discusión de la toxicología sin consideraciones constantes a nivel molecular, o sea en el plano bioquímico, serán por lo tanto insuficientes.

Clasificación de la toxicidad.

La clasificación de la toxicidad más sencilla y general se basa en la relación entre el peso del toxón y el del organismo requerida para producir un cierto efecto. Cuando este efecto es la muerte, a la dosis se le llama dosis letal (D.L.) En vista de la inherente variabilidad biológica, es necesario determinarla usando un número grande de animales. Aquella dosis que es letal al 50% de un grupo homogéneo de animales es denominada dosis letal media (D.L. $_{50}$). A lo largo de los años se han propuesto muchas clasificaciones que difieren entre sí en el número de categorías empleadas y en los límites entre ellas.

La toxicología y sus subdivisiones.

La toxicología contemporánea es variada, vasta y se caracteriza por su aspecto multidisciplinario. No es posible hacer una subdivisión sistemática y satisfactoria que cubra todas sus facetas. Una descripción por medio de una clasificación basada en la toxicidad como función se muestra en el siguiente cuadro sinóptico. (Figura 4.3).

Esta clasificación no es del todo satisfactoria, ya que es obvio no solamente que todo efecto tóxico es función de muchas de estas variables (a veces de todas), sino también que éstas, tanto como las categorías menores dentro de cada aspec-

-
1. *{ (tiempo)*
fulminante, aguda, subaguda, crónica, durmiente, latente
 2. *{ (organismo afectado)*
humana (fetal, pediátrica, geriátrica, genética, etc.)
animal (= veterinaria)
vegetal
ecológica (urbana, rural, tropical, acuática, ártica, cósmica, etc.)
 3. *{ (número de afectados)*
idiosincrásica, epidémica, endémica, pandémica, local o global
 4. *{ (forma de uso del toxón)*
intencional: homicida, militar, incapacitante, enervante
accidental: intoxicacional, industrial, ocupacional, iatrogénica
incidental: ambiental, aditivos alimentarios, cosméticos, malos olores
 5. *{ (sistema afectado)*

nervioso	metabólico	endócrino	hematopoyético
respiratorio	estructural	homeostático	etc.
cardiovascular	reproductivo	mitótico	
 6. *{ (naturaleza del toxón)*

veneno	metal pesado	solvente orgánico	nitrogenado
proteína	organometálico	halocarburo	alcaloide
alergeno	radical libre	organofosforado	gas fijo
 7. *{ (mecanismo de acción molecular)*

físicoquímico	bioquímico
químico	biológico
-

figura 4.3 Los aspectos y las divisiones
de la toxicología.

to, no son mutuamente exclusivas.

En lo que se refiere a la toxicidad en función del tiempo es muy importante diferenciar entre la aguda y la crónica, Intoxicación aguda es aquella en la cual el efecto está directamente relacionado con el tiempo de absorción del toxón. En una intoxicación crónica la exposición se prolonga a lo largo de mucho tiempo y en general se debe a la absorción de muy pequeñas cantidades del toxón; en un momento dado se llega a concen

traciones tóxicas y se manifiestan los síntomas de toxicidad.- Las intoxicaciones crónicas cobran día a día más importancia,- en vista del extenso contacto que todos tenemos con dosis muy-pequeñas de diferentes sustancias químicas, tanto en actividades industriales como en la vida diaria. Particularmente importante es la toxicidad a largo plazo, cuyos efectos se manifiestan sólo después de un período latente prolongado.

Toxicología industrial.

Esta se ocupa de las intoxicaciones profesionales en el sentido más amplio de la palabra. Es un área que aumenta en importancia cada día, y por muy buenas razones. En vista de que en la industria química moderna en general tenemos que ver con unidades de protección de alta capacidad, las previsiones médicas necesarias para la prevención de toxicidad en ellas han sido las más desarrolladas. Las grandes industrias cuentan en general, en todo tiempo, con su propio servicio médico, el cual es responsable de la seguridad dentro de la industria y también de la salud de sus trabajadores. En los talleres o industrias más pequeños, como la industria de mezclado y preparado, así como entre pintores o en tintorerías, que también utilizan sustancias químicas, las circunstancias son menos favorables.

En la toxicología industrial el contacto con la piel y a través de las vías respiratorias tiene un lugar especial. Cabe nombrar aquí diferentes enfermedades de los pulmones, que, se-

gún el tipo de sustancia involucrada, pueden ser silicosis, antracosis, asbestosis, etc. Aunque estrictamente hablando caen fuera del área de la farmacología, ya que se trata principalmente de interacciones físicas entre las sustancias mencionadas y los tejidos, forman un capítulo importante de la toxicología.

Las bases moleculares de la toxicología.

La toxicología molecular es la rama de la farmacobiología que busca explicar las propiedades dañinas de los fármacos con base en su estructura molecular. Por fármacos se deben entender no sólo los agentes terapéuticos usuales, sino toda molécula que tiene la propiedad de alterar el funcionamiento de sistemas biológicos; o sea que incluye también drogas, narcóticos, toxones y reguladores naturales como hormonas y neurotransmisores.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FARMACACION.

Selectividad de la toxicidad. Básicamente todos los seres vivos son similares: se componen de células, usan los mismos nutrientes para crecer, transforman energía de la misma manera, sus sistemas enzimáticos son similares, comparten los mismos mecanismos de división celular, etc.; por lo tanto, lo que es tóxico para un organismo lo puede ser para todos. Sin embargo,

las diferencias que hay entre seres vivos (morfológicas, anatómicas, bioquímicas, etc.), por pequeñas que sean, son la base de la selectividad de la toxicidad.

Este concepto de toxicidad selectiva es fundamental en el uso de plaguicidas de todos tipos que se emplean para destruir una especie indeseable que parasita a una especie deseable. Como el contacto de la especie deseable con el toxón es inevitable, éste le causará efectos nocivos si no es selectivo en su acción, es decir, si no destruye eficazmente al parásito sin afectar a su hospedador o a otras especies.

La selectividad de la acción es importante no sólo en plaguicidas sino también en medicamentos: en el diseño de mejores agentes terapéuticos es más importante una modificación que resulte en la desaparición de un efecto colateral indeseado que en un aumento en su potencia.

Especificidad de los venenos. La potencia de las sustancias extremadamente tóxicas lleva ineludiblemente a la conclusión de que deben ser altamente específicas en su mecanismo de acción. Su efecto mortal sólo se puede explicar con base en tres factores:

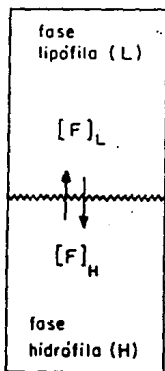
- 1) Una distribución desigual en el cuerpo resultará en una concentración mucho mayor en ciertos compartimientos; por ejemplo, un alto coeficiente de partición aumentará considerablemente la concentración en tejidos ricos en lípidos, viz: los nervios del sistema nervioso central y periférico.

- 2) Una complementariedad entre la estructura del toxón y la de determinada macromolécula aumenta la afinidad entre ellas.
- 3) La existencia de moléculas cibernéticas, es decir, de ciertas biomacromoléculas que son más importantes que otras, unas cuantas de las cuales bastan para mantener una función normal; siendo pocas, llegarán a ser alteradas también por un pequeño número de moléculas del toxón.

Clases de farmacción. La farmacción puede ser de dos clases: - por un lado se tienen agentes cuya actividad no depende de la presencia de ciertos agrupamientos químicos o grupos funcionales; toda una gama de estructuras producen el mismo efecto. Se ha encontrado, sin embargo, que para mostrar actividad biológica necesitan mantener sus propiedades fisicoquímicas dentro de ciertos límites. O sea que para que los fármacos de acción estructuralmente inespecífica muestren actividad biológica, los parámetros fisicoquímicos son determinantes.

Hay una segunda clase de fármacos que se denominan de acción estructuralmente específica, porque su actividad biológica característica está siempre asociada en forma muy crítica - con un cierto grupo funcional, o con la disposición espacial - de varios de ellos. En esta clase de farmacción los parámetros fisicoquímicos no son determinantes, pero sí contribuyen en una forma muy importante.

La comprensión de la importancia de los factores fisicoquímicos comenzó hace más de un siglo. Overton y Meyer hicie-



$$K = \frac{[F]_L}{[F]_H}$$

$$K = e^{-\Delta G/RT}$$

$$\Delta G = RT \ln K$$

$$\Delta G = \Delta g_1 + \Delta g_2 + \Delta g_3 = \Sigma g_i$$

$$K = k_1 \times k_2 \times k_3 = \prod k_i$$

$$\ln K = \ln k_1 + \ln k_2 + \ln k_3 = \Sigma \ln k_i$$

figura 4.4 Termodinámica de la partición. Tomando como ejemplo el coeficiente de partición (K), vemos que es en efecto una constante de equilibrio para la distribución de un fármaco (F) entre una fase lipófila (L) y otra hidrófila (H). Según la ecuación de -- Nerst, esta constante es una función exponencial de -- la diferencia de energía libre entre dos estados. Por lo tanto, la suma de las energías libres corresponde directamente al producto de las constantes. O, dicho de otro modo, el logaritmo de la constante de equilibrio es la suma de los logaritmos de contribuciones -- parciales a esta constante.

ron notar claramente que la actividad de una serie de agentes-narcóticos era proporcional a su coeficiente de partición: --- mientras mayor era éste, más potente era su acción narcótica.

El coeficiente de partición de una sustancia es una medida de su distribución entre aceite (u otro solvente orgánico) y agua:

$$\text{Conc. fármaco en H}_2\text{O} = X \frac{\text{mg}}{\text{ml}}$$

$$\text{Conc. fármaco en CHCl}_3 = Y \frac{\text{mg}}{\text{ml}}$$

$$\text{Coeficiente de partición } K = \frac{Y}{X}$$

A nivel molecular se puede explicar la distribución de un fármaco en términos de las interacciones que sufre con las moléculas que lo rodean en uno y en otro medio. Al intercalarse una molécula de un hidrocarburo en el seno estructurado del agua, desaparece una serie de enlaces de hidrógeno entre moléculas adyacentes de agua. Esto desestabiliza el sistema y corresponde a una condición de mayor energía. Esta tendencia junto con contribuciones pequeñas por atracciones de tipo Van der Waals, se conoce como fuerza hidrófoba. En sistemas farmacológicos el receptor puede considerarse como un solvente lipófilo de manera que esta misma fuerza determina la adsorción o interacción del fármaco con el receptor.

La farmaccción reversible. En un sistema farmacológico se observa que la administración de un fármaco, interrumpida por lavado después de su acción tiene un comportamiento característico

Desde 1933 Clark explicó estas observaciones con base en la ley de acción de masas aplicada a un sistema saturable. Según su formulación, la interacción fármaco-receptor consta de dos pasos: el primero es una asociación reversible, caracterizada por una constante de asociación correspondiente, y el segundo (designado K_3 por analogía con sistemas enzimáticos) - es irreversible y lleva, después de una serie de pasos cuya naturaleza se desconoce aún, al efecto observado, por ejemplo a una contracción muscular. En cualquier momento el número total de receptores es igual al número de receptores libres más el número de receptores ocupados. Por otro lado, el efecto máximo se observará cuando todos los receptores estén ocupados, o sea asociados con el fármaco. Manipulaciones algebraicas sencillas de estas ecuaciones llevan directamente a una expresión que relaciona el efecto observado con el efecto máximo, la constante de disociación (K_D es igual a uno sobre K_A) y la concentración del fármaco. Cuando se obtiene un efecto exactamente igual a la mitad del máximo, la concentración del fármaco tendrá el mismo valor que la constante de disociación. Esta última es por lo tanto accesible experimentalmente y constituye la mejor estimación que podemos obtener de la potencia de un fármaco. En analogía con la definición de pH, se ha definido pD_2 como el logaritmo negativo de la concentración que pro-

$$\begin{aligned}
 [F] + [R] &\stackrel{K_A}{\rightleftharpoons} [RF] \xrightarrow{k_3} \text{efecto} \\
 [R]_{\text{total}} &= [R]_{\text{libres}} + [RF] \\
 \text{Efecto máximo} &= k_3 [R]_{\text{total}} \\
 \text{Efecto} &= (\text{efecto máximo}) \left(\frac{1}{1 + K_D/[F]} \right) \\
 \text{Cuando } K_D &= [F], \text{ efecto} = \frac{\text{efecto máximo}}{2} = \text{medio efecto} \\
 pD_2 &= \log [F]_{1/2} \quad (\text{cf. } pH = -\log [H^+])
 \end{aligned}$$

F = fármaco, R = receptor, RF = complejo fármaco-receptor, K_A = constante de asociación, k_3 = constante de velocidad para la producción del efecto, E = efecto, K_D = constante de disociación. figura 4.5

duce la mitad del efecto.

PRINCIPIOS GENERALES DE IMPORTANCIA PARA LA DISTRIBUCION DE SUSTANCIAS EN EL ORGANISMO

Compartimientos y membranas. Absorción, distribución y eliminación implican en general transporte a través de membranas. En lo que se refiere a la distribución de sustancias entre los líquidos del cuerpo, podemos distinguir diferentes compartimientos separados por membranas lipóideas. Estas consisten en una fase lipódica más o menos continua en la cual se presentan pequeños poros llenos de agua. Moléculas pequeñas muy solubles en agua (hidrófilas) pueden atravesar las membranas por estos poros.

Sustancias orgánicas de mayor peso molecular, que son solubles en lípidos (lipófilas) atraviesan las membranas por -

la fase lipoidea, mientras que sustancias orgánicas muy solubles en agua y por lo tanto poco solubles en lípidos penetran poco o nada en estas membranas. Muchos fármacos tienen la capacidad de integrarse a la membrana, modificando su función. Esta acción puede ser reversible o irreversible. A este efecto disruptivo del estado normal de la membrana se le llama acción caótrópica.

Transporte pasivo (difusión) y activo. En relación con el paso a través de membranas biológicas se puede distinguir entre transporte pasivo, es decir, por difusión y transporte activo, es decir, mediado por sistemas especiales de transporte, en los cuales se presenta como regla una unión con una molécula transportadora. Tal como se dijo anteriormente, entidades hidrófilas se difunden a través de la membrana por los poros ligados de agua, mientras que sustancias lipófilas pasan a través de la fase lipoidea. En la difusión libre son determinantes para la velocidad del paso la diferencia de concentración entre los dos lados de la membrana (el gradiente de concentración) y la facilidad con que una sustancia puede difundirse a través de la membrana (la constante de difusión).

En el transporte activo mediado por sistemas transportadores hay una interacción molecular entre la sustancia que va a transportarse y las moléculas transportadoras. El número de moléculas que puede desplazarse por un sistema de transporte de este tipo por unidad de tiempo depende de la capacidad del sig

tema transportador, o sea del número total de sitios de asociación, y del recambio por sitio de asociación. Es claro que, al aumentar las concentraciones ofrecidas, el sistema transportador finalmente llegará a saturarse. Por ésto la velocidad de transporte no será una función regular de la concentración. Obviamente se alcanzará un máximo. En el transporte por difusión, y tratándose de dos sustancias, con la excepción de concentraciones exorbitantes, las dos sustancias no interfieren una con otra, ya que ambas serán transportadas independientemente. Sustancias que hacen uso de uno y el mismo mecanismo de transporte activo sí mostrarán interferencia entre sí, o sea mostrarán competencia por las moléculas transportadoras. Consecuentemente, la presencia de una de estas sustancias retardará el transporte de la otra. Los sistemas involucrados en el transporte activo muestran una cierta medida de selectividad con respecto a las mismas sustancias que transportan, basadas en las particularidades del sistema transportador. Se han descrito selectividad y fenómenos de competencia para sistemas de transporte de sustancias ácidas, para sustancias alcalinas y para el sistema transportador de azúcares, que se encuentra presente en ciertos órganos tales como el hígado, el riñón y el intestino. La asociación con proteínas es de importancia cuando se trata de sustancias orgánicas lipófilas, incluyendo ácidos y bases orgánicas que presentan un grupo lipófilo grande. Desempeña un papel importante en la distribución de los fármacos en el organismo. Macromoléculas tales como las prote-

inas o sustitutos del plasma son restringidas en su distribución al compartimiento intravasal, es decir, a la sangre.

Sustancias hidrófilas y lipófilas. En lo anterior se habló de sustancias hidrófilas (solubles en agua) y lipófilas (solubles en grasa). Esta característica es determinada por su coeficiente de partición.

Sustancias hidrófilas se concentrarán casi exclusivamente en la fase acuosa, mientras que sustancias lipófilas se concentrarán en la fase orgánica. En esto se basa la separación de sustancias por extracción con éter u otros solventes orgánicos. Las sustancias ionizadas son muy hidrófilas. Bases fuertes, como por ejemplo compuestos onio, y ácidos fuertes tales como sulfatos orgánicos, así como sustancias ricas en grupos OH alcohólicos. Ejemplos de sustancias muy lipófilas son los solventes orgánicos, tales como el benceno, el tolueno y el octano, y compuestos orgánicos nitrados, como el nitrobenzono. Muchas sustancias orgánicas, tales como la anilina y los fenoles, y muchos alcoholes monofuncionales, como el butanol y el isopropanol, ocupan una posición intermedia. En estas sustancias la contribución de los grupos hidrófilos ($-OH$, $-NH_2$) es balanceada por los grupos lipófilos (un pequeño radical alquílico o un anillo fenílico). En alcoholes muy solubles en agua, como el metanol y el etanol, todavía domina el grupo hidrófilo $-OH$, mientras que en el butanol e isopropanol la lipofilidad y la hidrofiliidad están aproximadamente equilibradas; por otro -

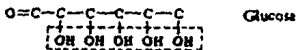
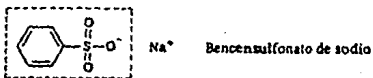
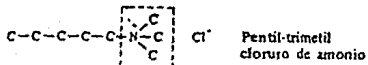
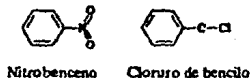
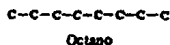
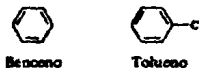


figura 4.6 Ejemplos de algunas sustancias muy hidrófilas.

figura 4.7 Ejemplos de algunas sustancias muy lipófilas



Tetracloruro de carbono

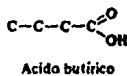
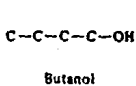
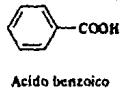
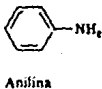


figura 4.8 Ejemplos de algunas sustancias moderadamente hidrófilas y al mismo tiempo moderadamente lipófilas.

lado, en el hexanol y en el heptanol ya domina el carácter lipófilo. La lipofilidad y la hidrofiliidad dependen sólo de la proporción entre sus sustituyentes lipófilos e hidrófilos, y no del peso molecular. Las sustancias lipófilas también se denominan sustancias hidrófobas.

Sustancias tensoactivas. Hay otro tipo de sustancias que en -- cierto sentido ocupan una posición intermedia: el de las sustancias o agentes tensoactivos. Son compuestos que tienen en su estructura molecular un grupo grande, más o menos extendido de carácter decididamente lipófilo, mientras que en el otro extremo tienen un grupo pequeño, muy hidrófilo, tal como un ácido fuertemente ionizado o un grupo básico de amonio. Cuando estas sustancias tienen la posibilidad de distribuirse entre una fase acuosa y una lipóidea, el grupo lipófilo busca la fase lipóidea y el grupo hidrófilo busca la fase acuosa. La consecuencia es que tales moléculas se acumulan en la región entre las dos fases; a concentraciones suficientemente altas forman una barrera continua --una interfase-- de moléculas tensoactivas más o menos orientadas (figura 4,9). Como resultado se reduce la tensión superficial del agua, lo que explica su designación de agentes tensoactivos.

Cuando se distribuye un aceite en forma de gotitas en el agua, éstas normalmente muestran una tendencia a reagruparse. Esto lleva primero a la formación de gotas más grandes y finalmente a la separación del agua y del aceite. En presencia --

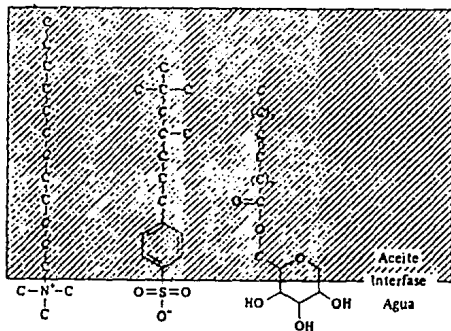


figura 4.9 Localización de sustancias tensoactivas en la región entre agua y aceite. Nótese que las moléculas de la sustancia tensoactiva se encuentran con su grupo hidrófilo en la fase acuosa y con su grupo lipófilo en la fase lípida.

de las sustancias tensoactivas estas gotitas de aceite serán rodeadas por una capa de moléculas del agente tensoactivo, que tiene en su exterior grupos ionizados muy solubles en agua con carga eléctrica. Como consecuencia se reduce la tendencia de estas gotitas de aceite a reagruparse. Como consecuencia de la carga de las gotitas, éstas se repelen entre sí, al mismo tiempo que buscan la fase acuosa. Se hace uso de esta acción emulsificante de sustancias tensoactivas en la preparación de suspensiones estables (emulsiones), por ejemplo cremas y ungüentos, así como para la suspensión de sólidos en agua.

La ionización de ácidos y bases débiles. Recordemos que existen ácidos fuertes, débiles y muy débiles; igualmente hay bases fuertes y débiles. Una gran parte de los fármacos pertenece a una de estas clases.

Las bases orgánicas débiles están ionizadas en solución acuosa. En una mezcla de aceite y agua, por lo tanto, se acumulan en la fase acuosa. En un medio alcalino estarán no disociadas, sin carga eléctrica, y se acumularán principalmente en la fase orgánica, como el aceite, el éter o el benceno. Para algunos ácidos orgánicos débiles la situación es a la inversa: se acumularán en la fase acuosa a pH alto y en la fase orgánica a pH bajo. Esto es de importancia fundamental para su paso a través de membranas biológicas ricas en lípidos, y por lo tanto para su absorción a partir del intestino y para su reabsorción a partir de la orina en los túbulos. Como resultado serán absorbidos o reabsorbidos en forma muy reducida, las bases orgánicas débiles a partir de un medio ácido, y los ácidos orgánicos débiles a partir de un medio básico. Moléculas orgánicas de peso molecular alto no pueden pasar a través de los poros de las membranas de la pared intestinal ni por la pared de los túbulos renales, por lo que pueden pasar por las membranas sólo por difusión.

Para poder ser reabsorbida, toda sustancia debe estar disuelta. Sustancias muy lipófilas, deben disolverse primero y pueden absorberse en forma emulsificada junto con lípidos, entre otros colesterol, en los quilomicrones a través de los con

ductos linfáticos. También en esto desempeñan un papel importante las sales de los ácidos biliares que son tensoactivos y emulsificantes.

Asociación con proteínas. Un aspecto especial de la distribución de los fármacos en el cuerpo es su asociación con las proteínas del plasma y con otros componentes de los tejidos. En la asociación con proteínas del plasma la albúmina tiene un papel especialmente importante. Sustancias relativamente lipófilas, poco o moderadamente solubles en agua, circulan en el plasma principalmente en asociación con proteínas; está en equilibrio con una concentración baja de la sustancia en forma libre (figura 4.10).

Por lo tanto, la asociación con proteínas tiene como resultado el poder mantener relativamente baja la concentración de la sustancia en consideración en los tejidos y al mismo tiempo el poder ofrecer esta sustancia en cantidades relativamente altas a través del plasma circulante a los órganos eliminantes. La asociación de fármacos a proteínas plasmáticas es más una regla que una excepción. Las excepciones principales son las sustancias muy solubles en agua que no tienen grupos lipófilos. Sustancias que se acumulen en tejido graso no lo hacen por asociación con sus componentes, sino que simplemente se disuelven en sus lípidos.

Aún cuando ha quedado establecido claramente el significado de estos fenómenos de desplazamiento y sus consecuencias pa

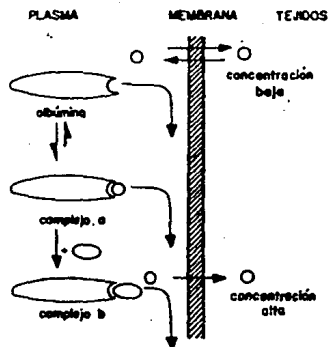


figura 4.10 Asociación de fármacos con proteínas plasmáticas. La albúmina plasmática tiene una afinidad muy alta con ciertas moléculas de manera que la forma asociada (complejo a) está en concentración muy alta comparada con la forma libre (O), tanto en el plasma como en los tejidos. - Un fármaco de estructura semejante puede desplazar a la primera molécula de su asociación con la proteína (se forma el complejo b), aumentando así su concentración libre en el plasma, y -- consecuentemente en los tejidos.

ra el caso de combinaciones medicamentosas, todavía no se cuenta con datos concretos en este sentido para sustancias tóxicas

Quelación. El alejar o el negar ciertas sustancias a los tejidos, tal como ocurre a través de la asociación con proteínas - del plasma, también se puede alcanzar artificialmente haciendo uso de medios enlazantes sintéticos llamados agentes quelantes. Son sustancias que tienen la posibilidad de enlazar principalmente ciertos iones metálicos polivalentes, en forma relativamente selectiva, con lo cual éstos pierden su actividad biológica. Tales agentes quelantes son útiles como detoxificantes - sólo si el complejo que se forma, el quelato, es muy soluble - en agua. Por lo tanto éste se restringe en su distribución a - los compartimientos extracelulares y puede ser eliminado fácilmente por el riñón.

LA ACCION TOXICA Y SUS TRES FASES.

Un efecto tóxico es en general el resultado final de una serie compleja de procesos. Sólo se puede comprender la forma en que se produce si entendemos los procesos químicos en que se basa. Para esto es conveniente dividir la totalidad de la acción tóxica, en tres fases que se muestran en la figura 4.11

Fase de la exposición. Al exponer un objeto biológico a una sustancia, solamente habrá un efecto biológico o tóxico cuando haya absorción de la sustancia, exceptuando el caso de exposición a sustancias radioactivas. Es claro que también durante la exposición a sustancias tóxicas en la industria, o a la de-

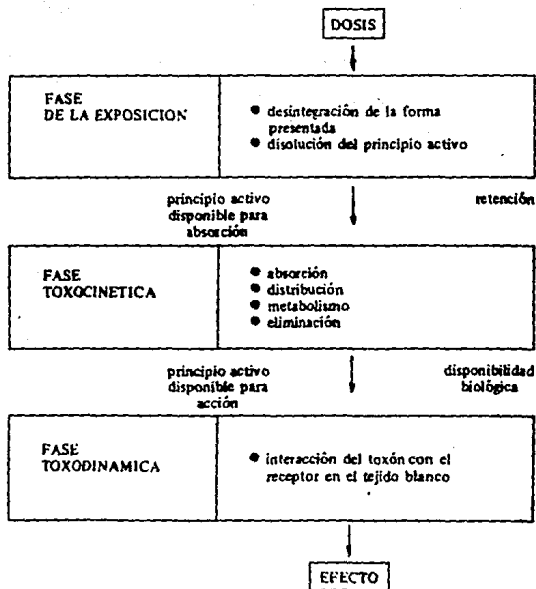


figura 4.11 Las fases de la acción tóxica.

contaminantes ambientales, será de gran influencia sobre la medida de la absorción, y por lo tanto también de su toxicidad, la forma en que la sustancia se presente. Durante la fase de exposición el toxón puede ser transformado químicamente en productos más o menos tóxicos.

En lo que se refiere a transformaciones químicas durante la fase de exposición, puede mencionarse la formación química

del neblumo (smog), la cual incluye una reacción entre óxi-- dos de nitrógeno e hidrocarburos. En el caso de intoxicaciones accidentales y criminales la ingestión comúnmente tiene lugar por vía oral y en las intoxicaciones profesionales (industria les) las vías de inhalación son la forma más importante de in troducción. Le sigue en importancia en las intoxicaciones pro fesionales las que ocurren a través de la piel. Hay que recordar que éste es el órgano de mayor tamaño que tenemos. Ambos - sistemas de órganos están en constante y directo contacto con - el ambiente.

• Absorción por las vías respiratorias. La absorción por las - vías de inhalación es, en lo que se refiere a los gases, - directamente dependiente de la concentración de éstos en - el aire inspirado. Para la mayoría de los gases ocurre un intercambio rápido a través del epitelio alveolar con la - sangre. La absorción es muy rápida en vista de la gran su - perficie disponible en los alveolos.

Aquí el tamaño de las partículas es el factor determinan - te para la medida de retención de la sustancia inhalada. - La retención puede depender de la precipitación de las -- partículas inhaladas a diversos niveles de las vías de in - halación. Partículas grandes se precipitan ya en las fo - sas nasales, en la tráquea y en los bronquios: de allí -- son transportadas por el epitelio ciliar en dirección de - la faringe y generalmente tragadas. En consecuencia, su -

absorción no tiene lugar en las vías de inhalación sino eventualmente en el tracto intestinal. Las sustancias inhaladas penetran tanto más hondamente en las vías de inhalación mientras más pequeñas sean las partículas de los aerosoles, de manera que se precipitan en los bronquios más pequeños y eventualmente en el epitelio alveolar. En estos casos la absorción ocurre directamente a partir de -- las membranas mucosas correspondientes. Esto es válido para partículas que tienen el tamaño de 1 a 10 micrómetros. Tratándose de partículas todavía más finas, una porción -- es capturada por la corriente turbulenta del aire y se -- vuelve a exhalar sin ser retenida. Aparte del tamaño de -- la partícula, también son de importancia su peso específico, su carga eléctrica y su higroscopicidad, factores que alteran su tendencia a agregarse a partículas más grandes. Otros factores determinantes de la cantidad retenida o absorbida son: a) la frecuencia de la respiración y su profundidad (por lo general dependiente de la edad), b) el tipo tipo de trabajo y las circunstancias en el cuál se efectúa y c) la temperatura y humedad ambientales.

- Absorción cutánea. La piel es una vía de absorción muy importante para la penetración de xenobióticos. La piel intacta, que tiene en su superficie una capa sebácea lipóide, es poco permeable a las sustancias hidrófilas. Por el contrario, sustancias lipófilas penetran en general fácilmente

te por difusión a través de esta capa sebácea de la piel. Además de ésto, las circunstancias ambientales, desempeñan un papel importante en la absorción de sustancias lipófilas a través de la piel tales como la humedad de la piel, la temperatura y el contacto entre ropa y piel.

La piel dañada permite el paso tanto de sustancias hidrófilas como de lipófilas. Esto significa que el lavado de las manos, por ejemplo, con detergentes que dañan la piel o con solventes orgánicos tales como el benceno, aguarrás etc., que atacan la capa sebácea de la piel, aumentan la posibilidad de penetración de sustancias peligrosas. El daño a la piel la hace accesible también a sustancias químicas con efecto alergénico, con lo cual aumenta el riesgo de desarrollo de hipersensibilización alérgica.

En contraste con las sustancias muy hidrófilas, las sustancias muy lipófilas pueden ser absorbidas rápidamente a través de la piel. A estas últimas pertenecen, entre otros, compuestos orgánicos nitrados, anilina y aminas orgánicas, de uso frecuente en la síntesis de colorantes y de compuestos organofosforados.

Fase toxocinética. Sólo una fracción de la cantidad absorbida, y por lo tanto del fármaco que contiene, llegará eventualmente a su punto de acción: el tejido escogido como blanco, y a los puntos de ataque molecular: los receptores. Esta fase toxocinética incluye todos los procesos involucrados en la relación en

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA !**

tre la disponibilidad farmacéutica, o dosis efectiva del contaminante, y la concentración de la sustancia alcanzada en los diferentes compartimientos líquidos del cuerpo y en el tejido escogido como blanco. La concentración de la sustancia en el sitio de acción depende, además de las arriba mencionadas dosis y forma de aplicación, también de la absorción, de la distribución y de la excreción, tanto como de la medida en que ocurren transformaciones bioquímicas. Todos estos factores determinan la disponibilidad biológica de una sustancia y por lo tanto, también sustancialmente, la medida en que el toxón o el fármaco actuarán. A este respecto desempeñan un papel muy importante los procesos de transporte ya sean por difusión pasiva o por mecanismos especiales como asociación inespecífica de los componentes de la sangre y de los tejidos o transformaciones enzimáticas. Este conjunto de procesos puede agruparse así bajo el concepto de farmacocinética.

La fase toxocinética o farmacocinética incluye por lo tanto principalmente los procesos involucrados en la acción del objeto biológico sobre el fármaco, Por el contrario, la fase toxodinámica o farmacodinámica involucra especialmente la acción del fármaco sobre el objeto biológico. La concentración del fármaco en su forma activa en el trabajo involucrado es la que forma la conexión entre estas dos fases de su acción.

Fase toxodinámica. Esta tercera fase de la acción tóxica cubre la interacción entre las moléculas del toxón y los puntos espe

cíficos de su ataque en el objeto biológico, los receptores, - por lo cual se induce el efecto. Se puede además distinguir entre la inducción de un estímulo del órgano que es el blanco y del resultado consecuente por parte del órgano efector. El efecto es la resultante de una serie de procesos, en general químicos, que surgen como respuesta a un estímulo. Cuando se considera lo complicado que son química y físicamente los sistemas biológicos, el número de posibles mecanismos de acción es ilimitado; obviamente este será también el caso en lo que se refiere a acciones tóxicas.

5. PARAMETROS DE CONTROL.

La noción de los límites de exposición ha ganado en profundidad y complejidad a medida que progresan los conocimientos sobre las relaciones entre el organismo humano y los riesgos circundantes. Este sector se ha beneficiado también en gran medida de las mejoras aportadas a la sensibilidad y la precisión de los métodos del análisis químico y de los progresos técnicos aplicados a la investigación biológica en general. En el curso de los años ha evolucionado el concepto de los límites aplicados a las exposiciones a sustancias nocivas. Junto con el concepto de concentración máxima admisible -límite que no debe excederse- se han desarrollado los conceptos de los valores ponderados en tiempo y del valor "tope" o "techo", por ejemplo. A la inmensa variedad de exposiciones particulares y de significados a veces distintos que se les atribuye, ha parecido necesario emplear la expresión genérica "límites de exposición", suficientemente amplia para abarcar el conjunto de los conceptos que se han desarrollado paulatinamente en los diversos países.

Los límites de exposición tienen por objeto garantizar la protección de la salud, pero su carácter no es absoluto, sino que reflejan únicamente en qué estado se encuentran los conocimientos en un momento dado. Estos límites representan un instrumento esencial para la mejora del medio laboral y para eliminar en la medida de lo posible todo riesgo que se deba a las

sustancias nocivas. Asimismo fijan el nivel de prevención óptimo en toda circunstancia y permiten una evaluación de los riesgos en los lugares de trabajo, al tiempo que sirven de guía a la prevención.

Todos los toxicólogos están de acuerdo respecto a la noción de efecto nocivo para la salud cuando se trata de graves alteraciones histológicas, bioquímicas o funcionales. En cambio, las opiniones pueden discrepar cuando se trata de definir datos que sin alcanzar estos niveles se alejan sin embargo de los valores normales. La dificultad estriba en el hecho de que los sujetos que disfrutan de buena salud pueden presentar valores que se separan de la norma. Los criterios estadísticos de normalidad pueden variar con arreglo a la composición de la población considerada; así sucede que las relaciones que serían normales para una población constituida de trabajadores adultos en buena salud pueden ser indicativas de un efecto nocivo para miembros de la población en general.

Los estudios toxicológicos experimentales y epidemiológicos producen datos que sirven para definir una curva aplicable al hombre, indicando las relaciones entre dosis recibidas (o las concentraciones en el aire inhalado multiplicadas por el tiempo de exposición) y los efectos biológicos que de ellas resultan. Una vez establecida esta curva, cabe la posibilidad de determinar los efectos más precoces para la salud y, si se toma un margen de seguridad suficiente, resulta posible prever para una población determinada los límites de exposición que -

puedan considerarse satisfactorios habida cuenta de los conocimientos existentes.

Las investigaciones epidemiológicas sobre todo en lo que atañe a las sustancias cancerígenas, tropiezan con toda una serie de dificultades que no deben desdeñarse. Por ejemplo, es difícil disponer de informaciones relativas a las exposiciones sucesivas de los trabajadores a las sustancias nocivas. Seguir a un trabajador durante toda su vida no es tarea fácil; mientras esté empleado, estas dificultades pueden superarse, pero más tarde, será difícil recoger las informaciones necesarias. Muy rápidamente se plantea el problema de la "confidencialidad" de los datos y de los estudios informáticos. Los exámenes médicos obligatorios suscitan cierta desconfianza de parte de los trabajadores, no ya por lo que se refiere a los exámenes propiamente dichos, sino en cuanto al uso que se dará a los datos reunidos.

Toxicidad.

Para orientar las medidas de prevención, parece oportuno clasificar las sustancias en función de su toxicidad. El efecto en animales de laboratorio de algunas sustancias tóxicas administradas con arreglo a métodos definidos ha servido para establecer clasificaciones de toxicidad basadas en datos que suscitan la menor controversia posible, a saber;

- L.D.₅₀ Dosis que mata al 50% de un grupo de animales estudiados.
- L.D.₁₀₀ Dosis que mata al 100% de un grupo de animales estudiados.
- L.C.₅₀ Concentración que mata al 50% de un grupo de animales estudiados.
- L.C.₁₀₀ Concentración que mata al 100% de un grupo de animales estudiados.

Esta clasificación, como cualesquiera otras clasificaciones, es arbitraria y no es particularmente específica para el medio de trabajo. Además los valores pueden variar de un experimento a otro, incluso según un factor de dos o tres y hasta cinco según las estaciones.

En tanto que la clasificación basada en la toxicidad aguda es útil en ciertos casos, en otros habrá que tomar por base los resultados de análisis de toxicidad crónica. Los experimentos por inhalación pueden ser los más significativos a los fines de la toxicología profesional, pero al mismo tiempo son -- los más difíciles de realizar con una técnica correcta que no haya sido todavía normalizada. Para clasificar las sustancias irritantes conviene estudiar su acción local; generalmente, ésta se estudia sobre la piel y los ojos, pero también conven---

dría observarla sobre las vías respiratorias.

Son varios los países que han establecido ya categorías - de medidas de prevención basándose en clasificaciones de sustancias peligrosas según sus efectos, por ejemplo en el caso - de los plaguicidas, en cuya clasificación se tienen en cuenta los tests de toxicidad aguda y crónica, así como su persistencia. Para el transporte de sustancias peligrosas, las medidas de prevención se basan en clasificaciones que ya abarcan el -- concepto de la toxicidad aguda y de la persistencia. Conviene considerar si hay posibilidad de ampliar la utilización de estas clasificaciones:

- a) Lograr un acuerdo internacional en la determinación de límites de exposición para los diversos tipos de sustancias;
- b) La determinación de los niveles de investigación previa que deben fijarse para las nuevas sustancias antes de que se autorice su producción industrial e introducción en el mercado.

Límites que no deben excederse y límites ponderados en el tiempo.

Los límites de exposición comprenden en particular los límites que no deben excederse (concentraciones máximas admisibles) y los límites ponderados en el tiempo (T.L.V., cuya designación más precisa es T.W.A.).

Estos límites no sólo persiguen la protección de la salud

sino también la ausencia de narcosis, incomodidad, irritación, etc. Los criterios para fijar cada valor dependen del fin que se persiga. Se fijan tres tipos de valores T.L.V. :

- T.L.V.- T.W.A. El "valor umbral límite-promedio ponderado en tiempo". Está definido para una jornada de ocho horas diarias en 40 horas semanales.

- T.L.V.- S.T.E.L. El "valor umbral límite para cortos períodos de tiempo" y representa la concentración máxima a la cual pueden estar expuestos los trabajadores durante un período máximo de 15 minutos, espaciados al menos una hora y con un máximo de cuatro exposiciones por jornada.

- T.L.V.- TECHO El "valor umbral límite-valor techo" - no puede ser sobrepasado en ningún momento.

Un límite ponderado se aproxima más a la realidad industrial y por ello algunos prefieren su aplicación, aún cuando la utilización práctica de estos límites sea difícil. Por otro lado, el empleo solamente de los valores ponderados admite variaciones de amplitud demasiado grande y, por consiguiente, la

utilización de valores ponderados para sustancias cuyos efectos no son acumulativos debe ir acompañada del recurso de los valores tope.

El deseo de lograr una protección cada vez más eficaz de la salud de los trabajadores contra los riesgos de contaminación química, en particular en lo referente a los efectos a largo plazo, como el del cáncer, ha inducido a algunos a designar un "nivel de concentración cero" para las sustancias nocivas en suspensión en el aire de los lugares de trabajo.

En opinión de los expertos no se puede alcanzar este "nivel cero" sino eliminando las sustancias de los lugares de trabajo. Se puede conseguir esto con una medida reglamentaria (prohibición de las sustancias) o también por una modificación tecnológica que permita no utilizar la sustancia en cuestión o sustituiría por otra escogida teniendo en cuenta sus propiedades tóxicas o de otra índole. Difícilmente puede alcanzarse el "nivel cero" por otros medios. Por otra parte, la lectura de un "nivel cero" sólo puede hacerse de una manera relativa, ya que una lectura "cero" significa que la contaminación medida es inferior al límite de sensibilidad del aparato.

Ahora bien, existen sustancias para las que no hay margen suficiente de seguridad entre, por una parte, la concentración más débil -que puede mantenerse o detectarse con los métodos más sensibles- y por otra, la concentración que puede originar la exposición a un riesgo para la salud. En tales casos quizás sea necesario a veces prohibir el empleo de la sustancia, a mg

nos que progresen las técnicas de prevención y de análisis. En cuanto a las sustancias cancerígenas, hay que tender a la supresión del riesgo merced a la sustitución por una sustancia - menos peligrosa o, por lo menos, se habrá de procurar la supre- sión de todo contacto recurriendo a los procedimientos técni- cos más idóneos al tipo de trabajo.

Cálculos en Higiene Industrial.

La concentración de gases y vapores generalmente se expre- sa como partes de vapor o gas por millón de partes del aire -- contaminado, en unidades de volúmen por un millón de volúmenes (p.p.m.) y/o mg/m^3 .

$$\begin{aligned} \text{p.p.m.} &= \frac{\text{partes del aire contaminado}}{\text{millón de partes del aire}} \\ &= \frac{\text{litro}}{10^6 \text{ litro}} = \frac{\text{centímetros}}{10^6 \text{ centímetros}^3} \\ &= \frac{\text{pie}^3}{10^6 \text{ pie}^3} = \frac{\text{metros}^3}{10^6 \text{ metros}^3} \end{aligned}$$

Entonces es similar a

$$\text{p.p.m.} = \left(\frac{\text{volúmen del contaminante puro}}{\text{volúmen total.}} \right) \times 10^6$$

Un gramo-mol de un gas ideal o vapor ocupa 24.45 litros a 25°C y 760 mm. Hg. Por lo tanto, en esas condiciones:

$$\text{mg/m}^3 = \frac{\text{peso molecular}}{24.45} \text{ p.p.m.}$$

y

$$\text{p.p.m.} = \frac{24.45}{\text{peso molecular}} \text{ mg/m}^3$$

Para calcular la concentración de un contaminante según la presión y temperatura del ambiente laboral se tiene:

$$\text{p.p.m.} = \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times \frac{24.45}{\text{P.M.}} \times \frac{760}{\text{P}} \times \frac{\text{T}+273}{298}$$

donde:

P= Presión de la atmósfera laboral en mm. Hg.

T= Temperatura de la atmósfera laboral en °C.

P.M.= Peso molecular de la sustancia en cuestión.

760= Presión normal (mm. Hg.)

298= Temperatura normal (°K)

24.45= Volúmen molar (l/mol) a 25°C y 760 mm. Hg.

Polvos minerales. El T.L.V.-T.W.A. para sílice libre cristalina, cuarzo, sílice fundido y polvos minerales que la contengan en una cantidad superior al 1 por 100 es:

- Valor límite en millones de partículas por metro cúbico.

$$\text{T.L.V.-T.W.A.} = \frac{10590}{\% \text{ cuarzo} + 10}$$

- Valor límite para polvo total, respirable o no.

$$\text{T.L.V.-T.W.A.} = \frac{30}{\% \text{ cuarzo} + 3}$$

- Valor límite para polvo respirable.

$$\text{T.L.V.-T.W.A.} = \frac{10}{\% \text{ cuarzo} + 2}$$

Los polvos respirables se consideran como la fracción del total de polvo que pasan a través de un selector y que incluyen partículas hasta de 5 micrómetros de tamaño.

Mezclas de contaminantes. Existen situaciones en las cuales -- los trabajadores se encuentran bajo la acción simultánea de diversos contaminantes. En estos casos se debe prestar atención preferente y distinguir entre las siguientes posibilidades:

- Efectos independientes. Siempre que concurren razones de peso para creer que los contaminantes atacan selectivamente a órganos distintos, se considerará que existe riesgo si algu-

na de las fracciones:

$$\frac{C_n}{T.L.V._n}$$

para cada contaminante supera la unidad.

- Efectos aditivos. Cuando se evalúan dos o más sustancias debe tenerse en cuenta su efecto combinado, a menos que exista información que indique lo contrario. El límite T.L.V. para estas mezclas se calcula según la expresión:

$$\frac{C_1}{T.L.V._1} + \frac{C_2}{T.L.V._2} + \dots + \frac{C_n}{T.L.V._n}$$

siendo C_n la concentración atmosférica del contaminante n-ésimo. Si la suma de estas fracciones es mayor que la unidad se sobrepasa el T.L.V. de la mezcla.

- Caso especial. Cuando la fuente de contaminación es una mezcla líquida volátil y se asume que la composición en el aire laboral es similar a la fuente. El límite T.L.V. para la mezcla está dado por

$$T.L.V.-T.W.A. \text{ mezcla} = \frac{1}{\frac{f_1}{TLV-TWA_1} + \frac{f_2}{TLV-TWA_2} + \dots + \frac{f_n}{TLV-TWA_n}}$$

donde:

f = Fracción porcentual en peso.

Ejemplos:

- 1.- El aire laboral contiene 400 p.p.m. de acetona (T.L.V. = 1000 p.p.m.), 150 p.p.m. de acetato de sec-butilo (T.L.V. = 200 p.p.m.) y 100 p.p.m. de metil etil cetona (T.L.V. = 200 p.p.m.). Indicar el T.L.V. de la mezcla y decir si existe o no riesgo.

$$\text{T.L.V.} = \frac{400}{1000} + \frac{150}{200} + \frac{100}{200} = 1.65$$

Si existe riesgo ya que el T.L.V. es mayor que la unidad.

- 2.- Se tiene una mezcla con la siguiente composición en por ciento en peso:

50% heptano: T.L.V. = 400 p.p.m. ó 1600 mg/m³
(1 mg/m³ = 0.25 p.p.m.)

30% metil cloroformo: T.L.V. = 350 p.p.m. ó 1900 mg/m³
(1 mg/m³ = 0.18 p.p.m.)

20% percloroetileno: T.L.V. = 50 p.p.m. ó 335 mg/m³
(1 mg/m³ = 0.15 p.p.m.)

Calcular T.L.V.-T.W.A. de la mezcla.

$$T.L.V.-T.W.A = \frac{1}{\frac{0.5}{1600} + \frac{0.3}{1900} + \frac{0.2}{335}} = 935 \text{ mg/m}^3$$

En la mezcla:

$$50\% \text{ heptano} = 935 (0.5) = 468 \text{ mg/m}^3$$

$$30\% \text{ metil cloroformo} = 935 (0.3) = 281 \text{ mg/m}^3$$

$$20\% \text{ percloroetileno} = 935 (0.2) = 187 \text{ mg/m}^3$$

Expresado en p.p.m.:

$$\text{heptano} = 468 \text{ mg/m}^3 (0.25) = 117 \text{ p.p.m.}$$

$$\text{metil cloroformo} = 281 \text{ mg/m}^3 (0.18) = 51 \text{ p.p.m.}$$

$$\text{percloroetileno} = 187 \text{ mg/m}^3 (0.15) = 29 \text{ p.p.m.}$$

$$T.L.V.-T.W.A. = 117 + 51 + 29 = 197 \text{ p.p.m.}$$

3.- El aire laboral contiene 0.15 mg/m^3 de plomo (T.L.V. = -- 0.15 mg/m^3) y 0.7 mg/m^3 de ácido sulfúrico (T.L.V. = 1 mg/m^3). Indicar si existe algún riesgo al respirar dicho aire.

$$\text{plomo} : \frac{0.15}{0.15} = 1$$

$$\text{ácido sulfúrico} : \frac{0.7}{1.0} = 0.7$$

El T.L.V. no está excedido por lo que no hay riesgo.

6. METODOS DE EVALUACION DE AMBIENTES.

La Higiene Industrial pretende que la actividad laboral - no constituya un riesgo, sino que ayude a desarrollar al máximo la capacidad física y mental garantizando el bienestar y la salud.

Se derivan un gran número de actividades o tareas a realizar por los higienistas industriales, unas relacionadas directamente con la calidad ambiental, como la medición de concentraciones de contaminantes químicos o niveles de agentes físicos o biológicos, el diseño de instalaciones de control a introducir en nuevos procesos o en instalaciones ya existentes, etc. Otras, en cambio, actúan indirectamente sobre el medio ambiente, como la acción formativa. De todas las funciones realizadas debe destacarse entre todas la evaluación higiénica.

La evaluación puede ser definida como el proceso que lleva a una opinión acerca del grado de peligro debido a una exposición a un agente químico, físico y biológico. La evaluación incluye la emisión de un juicio basado en la observación y medición de la magnitud de estos agentes. También se refiere a - la determinación: a) de los niveles de energía o contaminación del aire que surgen de un proceso u operación de trabajo; y b) de la efectividad de cualquier método de control usado.

Desde el punto de vista de la Higiene Industrial se realiza una apreciación del ambiente de trabajo para definir la exposición de los trabajadores a un agente químico, biológico-

o físico.

Aunque los peligros ocasionados por materias primas o productos pueden predecirse a partir de los resultados de tests - de toxicidad en animales, muchas de las sustancias que han sido desarrolladas para usos en la industria carecen de una evaluación adecuada de sus posibles efectos nocivos. El tipo de acción, vía de absorción y órgano "blanco" deben ser definidos y reconocida la posibilidad de diferencias importantes entre - sus efectos en especies animales y en el hombre.

Es importante reconocer que la toxicidad de una sustancia no es necesariamente el factor más importante en la determinación del grado de peligro para la salud asociado con el uso de ese material. La naturaleza del proceso en el que se emplea o genera esa sustancia, la posibilidad de reacción con otros agentes (físicos o químicos), el grado de control efectivo de la ventilación, el grado de aislamiento y la duración de la exposición se relacionan con el peligro potencial asociado al uso de ese material. También debe considerarse el tipo y grado de respuesta tóxica provocada por la sustancia tanto en el trabajador promedio como en el hipersusceptible.

El reconocimiento de los peligros potenciales incluye el conocimiento de los procesos y operaciones de trabajo, el mantenimiento de un inventario de los agentes físicos y químicos - asociados con ese proceso, la revisión periódica de las distintas tareas que se realizan en el área de trabajo y el estudio de la efectividad de las medidas de control existentes.

En los procesos industriales continuamente se introducen y usan nuevos agentes físicos y químicos. El profesional de la prevención de accidentes debe estar alerta y determinar la naturaleza potencialmente peligrosa de estos agentes antes que sean usados.

Este profesional responsable del mantenimiento de un ambiente de trabajo seguro y saludable, debe estar muy bien enterado de la presencia de sustancias o energías peligrosas que puedan concentrarse en el ambiente industrial del cual está a cargo.

Si en una planta se va a emplear una sustancia peligrosa es necesario que el profesional de prevención de accidentes considere: a) todos los imprevistos que pueden ocurrir; y b) las precauciones necesarias para prevenir la liberación inadvertida del material tóxico a la atmósfera.

Procedimientos básicos para reconocimiento de peligros.

Prácticamente, todo lugar de trabajo tiene peligros ambientales potenciales o reales que pueden ser reconocidos, medidos y controlados. El profesional en prevención de accidentes siempre debe estar alerta para reconocer estos peligros. Primero, debe considerar las materias primas, el grado de peligro para el trabajador y el potencial de ese material para causar daño. A continuación debe considerar cómo se modifican e-

sas materias primas durante las etapas intermedias y finalmente, examinar el producto para determinar cualquier posible efecto nocivo para el trabajador.

Cada etapa, desde la materia prima hasta el producto final, debe ser evaluada bajo condiciones normales y también bajo posibles condiciones de emergencia.

Los procedimientos básicos para reconocimiento de peligros son similares, ya se trate de un agente químico, físico o biológico, no existe sustituto para el conocimiento relativo a los procesos, operaciones, materias primas, intermediarios y subproductos presentes en el área de trabajo.

Para el reconocimiento de peligros ambientales para la salud puede seguirse un procedimiento básico y sistemático. Se debe comprender el proceso industrial suficientemente bien para ver dónde se liberan contaminantes del aire y dónde y por cuánto tiempo están expuestos los trabajadores.

Si el peligro potencial es un agente físico ¿Se trata de radiación electromagnética, ruido, temperatura, humedad o presión extremas? Las nuevas aplicaciones de los agentes físicos en los procesos industriales aumentan rápidamente. Como ejemplo mencionaré el uso de láseres y microondas.

Algunos de los factores que provocan variaciones en el grado de peligro son las modificaciones del proceso, las corrientes de aire en un local, cambios en las prácticas de trabajo y modificaciones en la velocidad de emisión de un contaminante.

Deben determinarse las exigencias de horas extras de modo de poder incluir en la evaluación los peligros para la salud - durante 12 horas o doble turno.

El grado de peligro depende del nivel o concentración y - duración de la exposición, por lo tanto, se necesita conocer - el proceso industrial. El personal de ingeniería de planta debe ser consultado para obtener información sobre condiciones o perativas anormales y otros factores que afectan a las exposiciones.

Puede diseñarse, un sencillo diagrama de flujo del proceso que mostrará, paso a paso, la introducción de cada material y el producto de cada etapa. Se deben obtener y estudiar estos diagramas y los procedimientos operativos estándares que describen las operaciones particulares empleadas, ya que ellos no sólo proporcionan una buena descripción de las operaciones generales usadas, sino que también sirven de excelente fuente de información acerca de la tecnología empleada en cada industria. En muchas operaciones industriales pueden existir simultáneamente distintos peligros. Por lo tanto, es necesario examinar cuidadosamente el proceso total para no pasar por alto condiciones potencialmente peligrosas. (Ver figura 6.1).

En seguida se presenta una lista de verificación para evaluar los peligros ambientales que surgen de las operaciones industriales. Debe ser modificada para ajustarse a cada situación particular.

Para el proceso u operación total, enumerar todos los pe-

Peligros químicos

Los procedimientos para evaluar los peligros químicos transmitidos por el aire en el ambiente de trabajo pueden clasificarse como sigue:

- | | | |
|------------------------|----|---|
| Gases y vapores | a) | Pueden ser determinados mediante el uso de tubos indicadores de campo, de lectura directa, calibrados y aprobados. |
| | b) | Pueden ser recogidos en recipientes o absorbidos sobre carbón para su evaluación en el laboratorio.
El método patrón para vapores orgánicos será absorción sobre carbón y determinación por cromatografía. |
| Humos y nieblas | a) | Pueden ser absorbidos y medidos en el área. |
| | b) | Pueden ser absorbidos y evaluados en el laboratorio. |
| | c) | Pueden ser recogidos sobre un medio filtrante y analizados en el laboratorio. |
| Polvos | a) | Pueden ser recogidos mediante un dispositivo para tomar muestras personales, fraccionados según el tamaño respirable en un separador ciclónico y las fracciones pesadas para determinar la concentración. |
| | b) | Pueden ser recogidos sobre un filtro y pesados. |
| | c) | Pueden ser recogidos en forma apropiada y contados. |
-

Peligros físicos

La mayoría de los peligros físicos pueden ser evaluados en el área mediante instrumentos de lectura directa

- a) La presión puede ser medida barométricamente.
 - b) La temperatura puede ser medida con un termómetro, una termocupla o un radiómetro. Sin embargo, la determinación de un *stress* por calor requiere en cierta medida la medición de la velocidad de evaporación. Usualmente se infiere a partir de la humedad y velocidad del aire.
 - c) La radiación ionizante puede ser medida con monitores, un dosímetro personal o tarjetas con película monitores.
 - d) Los niveles de ruido pueden ser medidos con medidores de nivel de sonido o analizadores de bandas en octavas y la vibración, determinada con un equipo adicional de nivel de sonido.
 - e) Para diversos tipos de radiaciones no ionizantes se dispone de varios medidores de lectura directa.
-

figura 6.1 Procedimiento de muestreo para encuestas
de higiene industrial.

ligros empleados o formados durante el proceso. Para cada agente químico o material:

- Enumerar las condiciones necesarias para que sea liberado a la atmósfera del lugar de trabajo. ¿Se presenta normalmente en el proceso en forma de polvo, niebla, gas, humo metálico o vapor, como un líquido de baja volatilidad o como un sólido? ¿Qué condiciones del proceso pueden provocar que el material se disperse en forma de aerosol líquido o nube de polvo en la atmósfera del ambiente de trabajo? ¿Se han considerado las consecuencias de la exposición de materias primas o intermedios a las operaciones adyacentes? ¿Se han almacenado en forma adecuada los materiales inestables? ¿Se ha controlado el proceso en el laboratorio para eliminar las condiciones de posibles explosiones? ¿Se han tomado las medidas necesarias para una eliminación segura de los materiales tóxicos?
- Enumerar los niveles de concentración de contaminantes del aire del lugar de trabajo que normalmente se presentarían como una función del tiempo. Enumerar los picos de niveles de concentración en función de la duración del evento;
- ¿Son necesarios extintores de incendios, equipos protectores respiratorios, camillas u otros equipos semejantes? Las sustancias extinguidoras de incendios ¿Son comparables con los materiales del proceso? ¿Son necesarios procedimientos especiales de emergencia y alarmas?
- Para todas las materias primas usadas en el proceso considerar las reacciones químicas que podrían tener lugar y originar otros materiales tóxicos, por ejemplo, la mezcla inadver-

tida de ácidos y líquidos de los tanques de galvanoplastia - que contienen cianuro, lo que produciría cianuro de hidrógeno ¿Existe espacio seguro para las materias primas y productos terminados?

- Enumerar los niveles de aquellos agentes físicos que normalmente pueden estar presentes (radiación electromagnética, - temperaturas extremas, ruido, etc.);
- Para el equipo empleado en el proceso enumerar aquellas partes que contienen suficiente material capaz de constituir un peligro si su contenido se libera súbitamente al ambiente;
- Enumerar las partes del equipo que puedan producir niveles - peligrosos de agentes físicos durante las operaciones normales o anormales de la planta;
- Enumerar la maquinaria y equipo que puede producir concentra ciones peligrosas de contaminantes del aire. Para cada item- mencionado aquí indicar las medidas de control necesarias pa ra reducir al mínimo el peligro. Las medidas de control para la salud y la seguridad ¿Son adecuadas, a prueba de fallas y confiables?
- Enumerar los equipos empleados en el proceso que contienen - componentes capaces de presentar fugas de materiales peligro sos; tales como válvulas, empaquetaduras de bombas, venteos- de tanques o componentes susceptibles de presentar pérdidas- que pueden ser causadas por corrosión del equipo, etc. Para- cada item mencionado indicar qué medida de seguridad se ha - tomado para prevenir las pérdidas normales como bombas sin -

empaquetaduras, sellos rotativos dobles o venteos conectados a un lavador. Cada una de estas medidas ¿Es adecuada, a prueba de fallas y confiable?; y,

- ¿Se han proporcionado rótulos para las válvulas e interruptores? ¿El equipo ha sido diseñado para permitir ponerlo fuera de servicio? ¿Los interruptores para una desconexión de emergencia están debidamente identificados?

Para cada ítem de la lista del equipo empleado en el proceso se debe considerar lo siguiente:

- ¿Cuáles son los servicios requeridos? ¿Qué podría suceder si uno de estos equipos se interrumpiera en forma intempestiva y permanente? ¿Y si se interrumpiera temporalmente?
- ¿Qué podría suceder si se interrumpiera el flujo de una o más de las vías del proceso que entran o salen del equipo? ¿Qué pasaría si el flujo fuera el doble del calculado? ¿Qué podría suceder si las conexiones normales de salida del equipo se obstruyeran? ¿Puede cortarse el suministro de los fluidos inflamables que alimentan las unidades de protección de una distancia segura en caso de incendio u otra emergencia?
- En el caso de una fuga pequeña ¿Qué le pasaría al material liberado? ¿Significaría un peligro ambiental para la salud? ¿Durante cuánto tiempo podría existir la pérdida antes de ser detectada? ¿Esta fuga aceleraría la corrosión y las fa--

llas del recipiente o del equipo?

- En el caso que fallase el recipiente ¿Cómo podría ser detenido el contenido? Si fuera volátil ¿Qué se podría hacer para reducir y controlar su vaporización?
- ¿Cuál sería el efecto de una sobrepresión? Si el recipiente está protegido por válvulas de seguridad para sobrepresiones ¿Dónde se liberaría el material? ¿Cuál sería el resultado de un sobrecalentamiento? ¿El recipiente podría ser rodeado por material en combustión debido a fallas en otros equipos del área? En este caso ¿Qué pasará?; y,
- ¿Qué error del operador o fallas del instrumento pueden llegar a provocar la liberación accidental del contenido del recipiente?
- ¿Qué pasaría si hubiera una pérdida de potencia o falta de fuerza motriz en un instrumento o grupo de instrumentos?, -- ¿En todos los instrumentos? ¿Qué posición adoptará la válvula de control? ¿Sería ésta la mejor posición a prueba de fallas para reducir el peligro?; y,
- Para cada instrumento ¿Qué pasaría en caso de fallas del sensor? En caso que se traben las válvulas ¿El operador sería advertido a tiempo para tomar una medida correctora? En caso de una situación de emergencia ¿Resultaría claro para el operador cuál es la acción correctora que necesita o la situación puede ser manejada mediante dispositivos automáticos incluidos en el sistema?

Para los sistemas recolectores de materiales, como ventilación industrial ó equipo para prevención de contaminación -- (barredoras, campanas, conductos, sopladores, colectores de polvo, condensadores, incineradores de combustión, etc.):

- La capacidad del sistema ¿Es adecuada para prevenir concentraciones peligrosas de contaminantes nocivos del aire en el ambiente de trabajo en las condiciones operativas normales? ¿Qué condiciones anormales de la planta pueden imponer la mayor carga sobre el equipo? ¿Por cuánto tiempo pueden persistir estas condiciones anormales? ¿Cuáles serían los efectos causados al sistema bajo estas condiciones de aumento o disminución del flujo? ¿El sistema sería adecuado?; y,
- ¿Qué le sucedería al dispositivo colector si ocurriera un incendio? ¿Podría incendiarse? ¿Qué sucedería entonces?

Luego que se han estudiado estas consideraciones e instalado las medidas de prevención apropiadas, es necesario instruir al personal de mantenimiento acerca de la adecuada operación de las medidas de control de salud y seguridad. Sólo de esta manera el personal podrá comprender los posibles peligros que pueden existir y las razones para la inclusión de ciertas características de seguridad. El personal operativo y de mantenimiento debe fijar un procedimiento de rutina para probar las medidas de control de prevención de accidentes, seguridad e higiene industrial, que no son usadas en las operaciones norma--

les, comunes a la planta.

Una encuesta de las operaciones de trabajo generalmente se realiza para identificar peligros reales y potenciales para la salud que se pueden presentar bajo condiciones normales y a normales. Las encuestas y estudios se efectúan para determinar a) niveles de exposición a diversos contaminantes atmosféricos y agentes físicos; b) la efectividad de las medidas de control c) investigar demandas; d) determinar su acuerdo con las regla mentaciones federales y estatales.

Se recogen datos para determinar la cantidad de sustan---cias químicas usadas o producidas, tiempo de exposición y número de trabajadores expuestos. También se realizan las observaciones acerca de los procedimientos de manejo, orden y limpieza y contacto potencial con la piel. Aunque la forma más común de entrada del contaminante al organismo es a través del tracto respiratorio, también puede penetrar por ingestión o absorción por piel.

Debe valorarse el tipo de medidas de control en uso y su efectividad. Los controles incluyen ventilación local con extracción y ventilación general, dispositivos protectores respiratorios, otras medidas protectoras personales y blindaje contra energía radiante o ultravioleta.

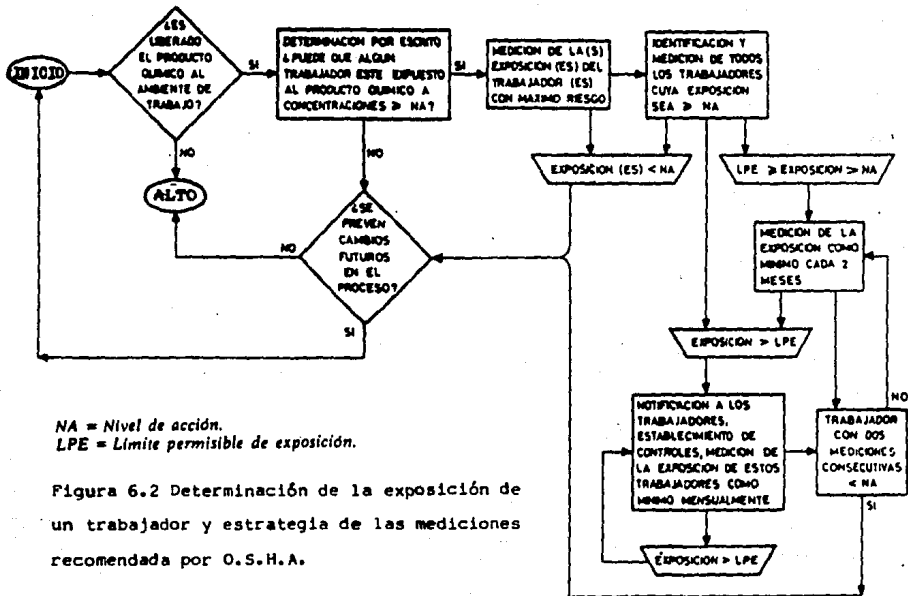
Las medidas de control en uso pueden ser evaluadas mediante varias técnicas simples. Se puede estimar la ventilación --por mediciones de velocidad en las aberturas de las campanas y el flujo de aire, por tubos de humos carbonosos o apreciacio--

nes visuales. En todas las operaciones que se controlan por -- ventilación mecánica deben hacerse mediciones de succión estática. Las guías generales para la efectividad de los controles incluyen la presencia o ausencia de polvo en pisos y zócalos, orificios de los conductos, ventiladores que no están en funcionamiento y el comportamiento del trabajador con respecto a las medidas protectoras personales.

Debe prestarse especial atención al orden y limpieza y medidas generales de mantenimiento que se proporcionan en las áreas de trabajo, así como a los contaminantes que se depositan sobre la cara o ropa de los trabajadores.

Metodología de muestreo.

Existen diversas razones por las que deben hacerse mediciones ambientales en el lugar de trabajo. Una de ellas es proporcionar a los ingenieros en diseño la información necesaria para programar en forma adecuada las medidas de control de ingeniería. Estas también requieren mediciones para determinar los efectos de los cambios en el proceso. Existen muchas otras razones para realizar mediciones ambientales: control de la -- contaminación del aire, control del proceso, etc. Sin embargo, las mediciones que se realizan con el propósito de evaluar la exposición del trabajador son generalmente las de mayor interés para el profesional de prevención de accidentes. (figura- 6.2)



El muestreo del ambiente, ya sea para determinar concen--traciones de gases, vapores o aerosoles, tensión por ruidos o por calor, debe enfocarse sobre un individuo determinado del área general de trabajo.

En la actualidad se consideran varios tipos de muestreos:

Muestreo personal. Puede usarse para determinar las concentra--ciones en el aire y los flujos de energía para uno o varios in--dividuos, tomando muestras de su vecindad inmediata durante pe--riodos representativos de los valores de jornada completa de -trabajo. Si los trabajadores cuyas exposiciones se determinan--de esta manera son realmente representativos de aquellos que -comparten sus mismas tareas, este tipo de muestreo dará exce--lentes resultados.

Los primeros dispositivos para muestreo personal usados -ampliamente fueron los dosímetros fotográficos y cámaras de --bolsillo que estiman la cantidad de radiación ionizante recibi--da por los trabajadores expuestos. La Higiene Industrial se es--tá acercando en este aspecto a la física de la salud, mediante el empleo de dispositivos semejantes a dosímetros que absorben contaminantes específicos del aire a velocidades razonablemen--te reproducibles y que pueden ser analizadas para obtener una--estimación de la exposición o dosis. Desde hace un tiempo se -dispone de dosímetros de ruido. Sin embargo hasta el momento -poco se ha hecho para utilizar este enfoque con radiaciones e--lectromagnéticas no ionizantes, calor, frío, presión ambiental

o aerosoles.

La principal ventaja del muestreo personal es que, cuando se realiza adecuadamente, proporciona una buena indicación de la exposición de una persona determinada durante su turno de trabajo. El dispositivo que toma las muestras recoge información sobre la cantidad de exposición debida al ambiente inmediato, sin tomar en cuenta los desplazamientos del individuo durante su trabajo o descanso. Como el costo del equipo es reducido, serán cada vez más utilizados. El principal inconveniente del muestreo personal es que proporciona poca información acerca de las fuentes más importantes de exposición y por lo tanto pocas indicaciones de cómo reducir las fuentes específicas de exposiciones excesivas.

Muestreo general del área. Ha sido empleado durante mucho tiempo por los higienistas industriales para evaluar las exposiciones. Idealmente el muestreo debiera ser tan cuidadoso y el esquema de exposiciones posibles de los trabajadores tan bien definido que para cualquier lugar de trabajo el conocimiento de la actividad de una persona debería ser suficiente para calcular su exposición. Por ejemplo, si las concentraciones de un vapor y su permanencia alrededor de un equipo fueran bien conocidos como para permitir el trazado de líneas de igual concentración sobre un plano del piso, la exposición de un trabajador podría obtenerse observando sus movimientos y registrando la frecuencia y duración de su permanencia en cada área. La ex

posición diaria se podría encontrar, entonces, sumando los incrementos de exposición para computar el promedio ponderado en tiempo. Este método tiene varias ventajas, algunas de las cuales no son evidentes.

En cualquier lugar donde una persona pueda sufrir una exposición, el flujo incidente y/o la concentración en el aire, en general, varía con el tiempo y el ámbito de estas variaciones a veces puede resultar sorprendente. Las fluctuaciones pueden tener un período corto en relación con un turno de trabajo completo, medible en segundos o minutos, o bien un período largo que dure semanas o meses. En algunos casos los períodos de fluctuación ya sean cortos o largos tienen importancia en la evaluación. Las mediciones de estas muestras pueden correlacionarse con otras variables con el fin de proporcionar un método para interpolar o extrapolar datos de exposiciones para otros lugares o momentos.

Aunque sólo mediante un muestreo general del área extenso y continuo se puede pretender obtener información sobre esas fluctuaciones que ocurren en lugares específicos, los datos -- pueden proporcionar conocimientos valiosos acerca de las principales fuentes de exposición y en consecuencia, permitir la determinación del tipo y extensión de los controles.

Otra ventaja del muestreo general del área es que el equipo necesario tiene pocas limitaciones de tamaño y forma. El equipo de muestreo puede ser elemental, duradero y aún a prueba de interferencias; puede ser programado para proporcionar in--

formación durante periodos largos. Unido a dispositivos registrados adecuados, el equipo puede estar en marcha sin necesidad de ser atendido durante días o semanas si su funcionamiento es confiable. Los dispositivos analíticos centralizados pueden con sondas remotas de manera de obtener información sobre distintas áreas en forma simultánea y también incorporar una alarma sonora que funcione si se sobrepasa algún límite prefijado.

El muestreo general del área también tiene numerosas desventajas. Aunque el equipo de muestreo puede ser sólido y confiable, con frecuencia no lo es y a medida que aumenta la sofisticación del mismo crece la necesidad de técnicos bien pagados y entrenados. Si bien estas desventajas no están limitadas a equipos de muestreo de área total, la complejidad de los mismos es usualmente mayor que en los equipos para muestreo personal.

Muestreo biológico. Es un método general aplicable a cualquier agente productor de un efecto cuantificable relacionado con la dosis absorbida. Para que tenga significado este efecto, debe ser generado por niveles de dosis que no son nocivos para las personas expuestas. El análisis de los flujos y tejidos corporales para determinar la presencia de sustancias químicas o sus metabolitos o variaciones en las respuestas naturales o concentraciones enzimáticas, ha sido empleado durante mucho tiempo para cuantificación de la dosis cuando se realizan eva-

luaciones sanitarias. Este mismo principio puede aplicarse a prácticamente cualquier agente productor de efectos nocivos imaginables, desde metales vaporizados hasta polvos alérgicos y desde ruido hasta radiación gamma.

La orina, la sangre y el aire respirado son los fluidos corporales que usualmente se analizan para obtener evidencias de exposiciones previas a agentes tóxicos. La concentración de plomo en orina o sangre se ha empleado durante mucho tiempo como índice de exposición al plomo.

Si el fin del muestreo es evaluar la exposición de un trabajador, es necesario tomar las muestras en o tan cerca como sea posible en la zona de respiración. Si el propósito es definir un peligro potencial u obtener datos con fines de control, las muestras deberán ser tomadas en la cercanía de la fuente.

Las muestras de área general se emplean para determinar la eficacia de los controles y delinear áreas de diferentes niveles de contaminación. El muestreo de área se realiza para determinar los niveles del ambiente de trabajo y los factores -- que deben ser incluidos en la ecuación de Promedio Ponderado en Tiempo (T.W.A.) en aquellos casos en los que los trabajadores se encuentran en comedores, locales de control y otras áreas no contaminadas.

La exposición de un trabajador puede medirse más exactamente determinando la concentración de los contaminantes en el aire que respira. El instrumento debe ser mantenido o ubicado-

tan cerca de la nariz y boca del trabajador como sea posible - sin que interfiera con su libertad de movimientos durante la - realización habitual de su trabajo. Las muestras de las zonas- de respiración son necesarias porque la exposición real de un- trabajador se reduce cuando se aleja de la fuente. Inversamen- te, su exposición es mayor cuando se inclina sobre la misma. - Las muestras de aire que no toman en cuenta los movimientos -- del trabajador no miden exactamente se exposición real.

En algunos casos es necesario obtener muestras generales- del aire del ambiente para determinar ciertas exposiciones. -- Por ejemplo, un trabajador puede permanecer sólo durante una - fracción de su tiempo ocupado en una tarea que involucre la ex- posición a un contaminante y el resto, en un ambiente no conta- minado. Sería preferible colocar un dispositivo de muestreo en una posición fija próxima a la zona de respiración de un traba- jador cuando está en el área. La concentración T.W.A. derivada de tal muestra sólo representará el tiempo ocupado en esa tare- a.

Otro tipo de muestreo en posición fija aunque no represen- te una medida directa de la exposición del trabajador es el u- so de puestos fijos de muestreo continuo, tales como los usa- dos comúnmente en las playas de estacionamiento cubiertas y tú- neles para determinar las concentraciones de monóxido de carbo- no en el aire. El lugar de muestreo debe estar ubicado en la - cercanía de los puntos donde es posible que se produzcan las - mayores concentraciones de gases.

Si la determinación inicial marca la posibilidad de una exposición excesiva a concentraciones en el aire de una sustancia tóxica, deben llevarse a cabo mediciones de la exposición del trabajador a ella. Es una práctica tradicional en higiene industrial tomar muestras del trabajador más expuesto.

En general, el procedimiento más lógico y simple para determinar cuál es el trabajador de mayor riesgo es observar y seleccionar a aquél que se encuentra más cerca de la fuente -- que genera el contaminante peligroso. Las referencias individuales en los hábitos de trabajo de aquellos que desarrollan sus tareas en un mismo sitio pueden afectar en forma marcada los niveles de exposición. Aun cuando estén realizando la misma tarea con los mismos materiales, el método individual de trabajo puede producir distintos niveles de exposición.

Para predecir exactamente el riesgo potencial de los trabajadores a veces es necesario analizar los esquemas de movimientos de aire dentro de un ambiente de trabajo. Especialmente en operaciones o procesos que incluyen calentamiento o combustión, la circulación natural del aire puede ser tal que el trabajador de mayor riesgo sea uno ubicado a una distancia considerable de la fuente generadora. La posición de bocas de ventilación y entradas de aire, de puertas y ventanas abiertas y el tamaño y forma del ambiente de trabajo son factores que afectan el esquema de movimiento de aire que puede producir grandes concentraciones de contaminantes en zonas alejadas de la fuente.

Otro factor a tener en cuenta es el cuándo tomar las muestras. En las plantas ubicadas en áreas donde existen grandes diferencias de temperatura entre las distintas estaciones del año, deben tomarse muestras durante los meses de invierno y de verano. Normalmente, en el verano las puertas y ventanas permanecen abiertas y existe una mayor dilución del contaminante del aire en el invierno. Si el ambiente de trabajo tiene aire acondicionado, el nivel de la concentración del contaminante será casi constante durante todo el año.

Si la planta trabaja con más de un turno, las muestras deben ser tomadas durante cada uno de ellos, pues las concentraciones de sustancias tóxicas en el aire o la exposición a agentes físicos pueden variar de uno a otro. En general, los contaminantes no son generados con una velocidad constante y su concentración puede modificar considerablemente en el tiempo. Las corrientes de aire en una habitación, las variaciones en el proceso, en la realización de una tarea llevada a cabo por un trabajador y la velocidad de emisión de los contaminantes son factores significativos que conducen a variaciones continuas en la concentración durante un turno de trabajo.

El volumen de aire tomado en la muestra y la duración de la misma están basados en la sensibilidad del procedimiento analítico o del instrumento de lectura directa, la concentración estimada y el T.L.V. correspondiente.

La duración del tiempo de muestreo debe representar algún período identificable, generalmente, el ciclo completo de una

operación.

La evaluación de la exposición T.W.A. diaria de un trabajador se realiza más directamente si éste lleva puesto durante todo su turno de trabajo un dispositivo personal para toma de muestras de la zona de respiración. Según lo requieren las normas O.S.H.A. la duración del período de muestreo permitirá obtener una muestra de turno completo de ocho horas o una muestra breve cuando el límite de exposición permisible tenga un "valor techo" o límite de concentración máximo.

El número de muestras depende de los propósitos del muestreo. Por ejemplo, dos muestras pueden ser suficientes para determinar la eficacia de las medidas de control de higiene industrial, una muestra cuando está en funcionamiento la medida de control y otra cuando no lo está. También deben tomarse muestras para caracterizar los picos de emisiones durante distintos momentos del proceso total, además de aquellos obtenidos para determinar el nivel ambiental promedio. Debido a los varios factores ya mencionados, una sola muestra puede dar resultados muy altos o muy bajos. Para determinar la exposición promedio ponderada en tiempo diaria de un trabajador que desempeña varias tareas durante un turno pueden ser necesarias varias docenas de muestras. No existe ninguna regla para determinar el número de muestras que son necesarias para evaluar la exposición de un trabajador.

La concentración de un contaminante en el aire es generalmente pequeña. Los instrumentos de lectura directa y otros dis

positivos usados para recoger las muestras que serán analizadas posteriormente deben tomar una cantidad suficiente para -- que el químico pueda determinar exactamente la presencia de pe queñísimas cantidades (del órden de partes por millón o miligramo por metro cúbico) del contaminante transmitido por el - aire.

En general, la exactitud del método de muestreo debe tener un nivel de confianza del 90%. Por ejemplo, la exactitud e xigida para concentraciones del contaminante debe fijarse como $\pm 25\%$ a un nivel de confianza del 95%. Esto significa que en u na larga serie de mediciones, el 95% de los valores obtenidos deben estar dentro del $\pm 25\%$ del valor real.

La mejor forma de proporcionar una evidencia de la exacti tud del muestreo y de los métodos analíticos es:

- Usar tubos detectores certificados por N.I.O.S.H. (National Institute for Occupational Safety and Health),- si es posible obtenerlos;
- Establecer procedimientos de calibración de campo para el equipo de muestreo; y,
- Hacer analizar las muestras en un laboratorio que parti cipe en un programa de control de calidad de higiene in dustrial.

Métodos de control.

Es un principio básico de ingeniería que, para poder con-

ducir y controlar un proceso u operación, deben medirse ciertas variables apropiadas. En el campo de la Higiene Industrial el control de los peligros ocupacionales para la salud requiere que la exposición de un trabajador a una sustancia presente en el aire, está en relación con la cantidad de contaminantes en la zona de respiración y con el período que permanece en este lugar. Reduciendo la cantidad de contaminante en la zona de respiración o el tiempo de permanencia en esa área, disminuirá la exposición global.

La protección inherente al proceso mismo, y que es resultado de su diseño es preferible a cualquier método que dependa de la permanente implementación o intervención humana. El conocimiento completo de las circunstancias que acompañan al problema del control es necesario para poder elegir los procedimientos más apropiados. Para disminuir la exposición habrá que determinar cuál es la fuente de contaminación, qué camino sigue el contaminante hasta llegar al trabajador, cuál es su sistema de trabajo y qué clase de equipo de protección emplea. -- Ver figura 6.3 . Los peligros, costos y beneficios pueden cambiar con el tiempo y es por eso que los sistemas de control requieren una continua revisión y actualización.

La salud del trabajador en la industria debe ser protegida mediante el control de la exposición a los contaminantes -- del aire, el ruido ocupacional y a la radiación. La exposición a agentes físicos y químicos debe ser controlada, en primer lugar, mediante la aplicación de los principios de ingeniería y-

DIAGRAMA GENERALIZADO DE LOS METODOS DE CONTROL

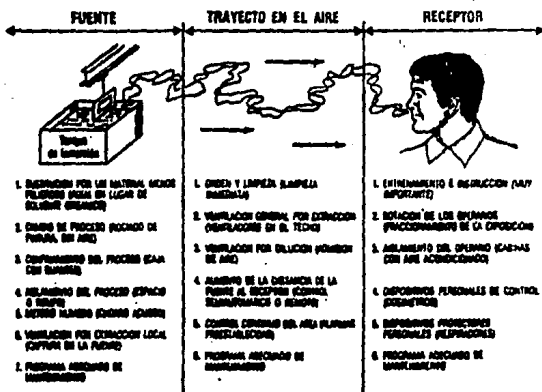


figura 6.3 Para determinar el grado de exposición debe conocerse la fuente de contaminación, el trayecto del contaminante y el sistema de trabajo -- del operario y su equipo protector.

complementada, cuando resulte necesario, por el control administrativo o el empleo del equipo protector personal. Los controles de ingeniería incluyen la ventilación por extracción local, para disminuir al máximo la dispersión de las sustancias nocivas en el ambiente de trabajo y la colocación de barreras o cerramientos que disminuyan la presencia de dichas sustancias. En algunos casos se puede emplear una ventilación general o por dilución como medio de control de los peligros para

la salud, pero esto sólo cuando los efectos tóxicos de las sustancias en cuestión sean considerados bajos.

Controles de ingeniería. El momento más oportuno para introducir los controles de ingeniería es cuando se está diseñando la planta. En ese momento, las medidas de control pueden ser integradas más fácilmente en las operaciones que cuando la planta ya está terminada.

El trazado propuesto para la planta deberá especificar en lo referente al tipo de construcción, las actividades propuestas para cada área y los posibles peligros para la salud. La influencia de un área sobre otra y de una clase de actividad - laboral sobre otras deberán ser evaluadas como peligros combinados.

Cada vez es más frecuente que los ingenieros de planta y de diseño consulten con el profesional de higiene industrial - en el momento que se proyecta una nueva planta o proceso. Considerar en esa etapa los principios de control de higiene industrial puede ser menos costoso que después o durante el período de construcción.

Todos los sistemas y sus componentes deben ser diseñados de tal manera que los contaminantes del aire puedan ser mantenidos por debajo de sus Valores Umbrales Límites (T.L.V.) aceptados. No debe permitirse que la pérdida de sustancias químicas tóxicas del equipo, a través de bombas, cañerías y tanques, hacia el ambiente de trabajo, determine una condición en

la cual los T.L.V. pudieran ser excedidos en algún lugar donde hubiese operarios. El equipo debe estar aislado y ser ventilado hacia un dispositivo de burbújeo o de absorción o bien un - incinerador. Si fuera posible, el proceso debe poder ser controlado mediante telecomandos desde una cámara protegida.

Algunas etapas del trabajo, si se realizan por separado, pueden no presentar un peligro serio. Sin embargo, es posible que en combinación con otras se conviertan en peligrosas en determinadas situaciones. En esto, puede considerarse que existen dos tipos de relaciones.

La primera es básicamente resultado de la acumulación, el segundo tipo de relación comprende las múltiples actividades que tienen lugar en un área determinada.

- Diseño. Los procesos de producción en las plantas químicas - se diseñan de manera tal que las sustancias peligrosas no pasen al ambiente. Es importante mantener a esas sustancias, a sus subproductos y a los desechos dentro del sistema. Los factores de diseño que deben ser tenidos en cuenta responden a las siguientes consideraciones: ¿Hasta qué grado será posible eliminar los residuos peligrosos en una parte del equipo antes que ésta sea abierta? ¿Hasta dónde se puede diseñar un sistema que relativamente no requiera mantenimiento? ¿Puede diseñarse un equipo en el que la operación completa tenga lugar en un sistema cerrado? ¿Puede el proceso ser conducido en forma automática sin participación del trabajador?

La participación temprana del profesional conocedor de los peligros para la salud, en el proyecto, posibilita la planificación de los métodos de muestreo y análisis, que indicarán la necesidad de estudios toxicológicos para obtener datos sobre la salud en forma concurrente con el desenvolvimiento del diseño de ingeniería. Los sistemas que controlan los peligros para la salud pueden ser incluidos como parte del diseño de ingeniería.

- Consideraciones sobre el mantenimiento. El mantenimiento es un factor importante en el diseño, pero es necesario tener en cuenta no sólo los hechos principales de lo que sucede si no también los pequeños detalles de lo que no se supone que deba ocurrir. Estos sucesos inesperados pueden ser divididos en dos grupos generales. En primer lugar, puede haber liberación de contaminantes al ambiente de trabajo en forma relativamente continua debido a pérdidas en las juntas, a conductos de extracción que no son totalmente efectivos, cierres de bombas que se han gastado, difusión por los vástagos de las válvulas o molestias acústicas en una máquina no bien ajustada. Este grupo general de contaminantes del ambiente o emisiones furtivas puede haber empezado en un nivel muy bajo como para motivar una preocupación seria. Junto con esto, aparece otra clase de contaminación episódica. A medida que el equipo se gasta y empieza a perder, el nivel bajo de emisiones se transforma en una exposición importante para el o-

perario.

La segunda clase de emisiones de contaminantes del aire aparece cuando un sistema cerrado o de control de proceso queda momentáneamente abierto o fuera de control. De tiempo en tiempo, el sistema como conjunto necesitará ser detenido para su limpieza y purga y, más adelante, abierto para operaciones de mantenimiento. En estas circunstancias las exposiciones de los operarios tienden a ser breves, pero pueden resultar bastantes elevadas.

- Especificaciones de diseño. Estas son los planos y documentos que permiten a los ingenieros con precisión definir el proceso. El higienista industrial o el profesional de prevención de accidentes deben poder comprender claramente dónde, en esos planos, podrían localizarse peligros significativos para la salud. Estas especificaciones de diseño ayudarán a realizar la revisión general, puesta en marcha, toma de muestras y control de operaciones de carga dentro de la industria.
- Materiales peligrosos. Algunos materiales deben ser manejados con mucho cuidado debido a su toxicidad, inflamabilidad y reactividad. Los medios y los procedimientos a aplicar deben estar de acuerdo con las normas establecidas para situaciones como almacenamiento y uso de éstos.

Métodos generales de control. Los métodos generales empleados para controlar los factores ambientales o de stress, incluyen los puntos de la figura 6.3

- **Sustitución.** Un método de control de la higiene industrial a menudo efectivo es el de la sustitución de los materiales altamente tóxicos por otros no tóxicos o de menor toxicidad. -- La sustitución de materiales o equipos por otros menos peligrosos puede ser el método menos caro a la vez que el más positivo para controlar los peligros ocupacionales de la salud. Generalmente es posible demostrar que esta sustitución puede traducirse en economías sustanciales.
- **Cambio de proceso.** Este procedimiento a menudo ofrece una oportunidad ideal para mejorar las condiciones de trabajo. -- Por supuesto que muchos de estos cambios son llevados a cabo con el fin de mejorar la calidad o disminuir el costo de producción. En algunos casos un proceso puede ser modificado para reducir la dispersión de polvo o humo y así disminuir magcadamente el peligro.
- **Aislamiento.** Las operaciones potencialmente peligrosas deben aislarse para reducir al mínimo la exposición de los operarios. El aislamiento puede conseguirse mediante una barrera física, tal como la constituida por paneles acústicos, para reducir lo más posible la transmisión del ruido.

El aislamiento puede traducirse en términos de tiempo, mediante la provisión de un equipo semiautomático de control remoto, de manera que un operador no tenga que estar constantemente cerca de una máquina ruidosa.

El aislamiento es útil en trabajos que requieran relativamente pocos trabajadores y en los que el control por otros procedimientos es difícil o no factible.

Cuando se procesan materiales muy tóxicos deben emplearse manipuladores telecomandos para permitir el comando del equipo desde un lugar alejado. El área de trabajo puede ser observada por cámaras de televisión, espejos o periscopios manejados por control remoto. El grado de aislamiento requerido depende de la toxicidad del contaminante, la cantidad producida y los procedimientos de trabajo en el proceso. A menudo, basta trasladar una operación a otro sitio mientras que, en otros casos, resulta necesario un cuarto de control provisto de ventilación para poder aislar el proceso de los trabajadores.

El aislamiento total puede ser conseguido mediante mecanización o automatización, para tener la seguridad que los trabajadores no entren en contacto con las sustancias tóxicas.

- Métodos húmedos. Los problemas del polvo en el aire pueden frecuentemente reducirse mucho mediante el empleo de agua u otro líquido apropiado. Es aconsejable mojar el piso antes de barrer, con el fin de disminuir la dispersión del polvo -

nocivo cuando no pueden aplicarse otros métodos mejores como el empleo de una aspiradora.

La humectación es uno de los procedimientos más simples para controlar el polvo pero su efectividad depende de que se realice en forma apropiada. Esto puede requerir el agregado de un agente humectante al agua y la adecuada eliminación del polvo mojado antes que seque y pueda redispersarse.

- Ventilación por extracción local. Este procedimiento está -- considerado como el "método clásico" de control. Los siste-- mas de extracción local captan los contaminantes en su lugar de origen antes que puedan pasar al ambiente de trabajo. Un sistema típico consiste en una o más campanas, conductos, un filtro de aire si fuera necesario y un ventilador. Estos sig-- temas eliminan los contaminantes del aire en lugar de diluif-- los. El procedimiento debe ser usado cuando el control no -- pueda hacerse por sustitución, cambio de proceso, aislamien-- to o mediante el encierro de la operación. Aun cuando ya se-- haya aislado esa etapa del trabajo, podría ser necesario to-- davía un sistema de extracción local.
- Ventilación general. Estos sistemas permiten ingresar o ex-- traer el aire de las áreas de trabajo, con el fin de mante-- ner la concentración de un contaminante atmosférico por deba-- jo de los niveles peligrosos. Este sistema aplica la convec-- ción natural a través de puertas o ventanas abiertas, abertu

ras en el techo o chimenea y el movimiento del aire producido por ventiladores o sopladores. Los extractores montados en el techo, las paredes o las ventanas determinan también una ventilación general.

Esta forma de ventilación sólo debe ser usada en situaciones en que se produzcan las circunstancias siguientes:

- Pequeñas cantidades de contaminantes del aire liberadas en el ambiente de trabajo en forma sensiblemente constante;
 - Suficiente distancia entre el trabajador y la fuente de --contaminación de manera que pueda producirse el movimiento adecuado del aire para diluir el contaminante a niveles seguros;
 - Sólo se produzcan contaminantes de baja toxicidad;
 - No sea necesario recoger o retener en filtros los contaminantes, antes que el aire sea liberado al ambiente; y,
 - No se produzca corrosión u otra clase de daño en el equipo por acción de los contaminantes diluidos en el aire del ambiente de trabajo.
- Equipo de protección personal. Cuando no es posible que el ambiente se torne completamente seguro, puede ser necesario proteger al trabajador con un equipo de protección personal. Este recurso es normalmente, considerado secundario en relación a los controles mencionados previamente y se aplica donde no es factible encerrar o aislar el proceso o equipo, proveer ventilación u otra medida apropiada o donde se produz--

can exposiciones cortas a concentraciones o contaminantes peligrosos.

Los dispositivos de protección personales tienen un serio inconveniente, no reducir el peligro en sí. Si llegan a fallar se produce una exposición inmediata. El hecho que un dispositivo de esta clase pueda perder su efectividad sin que lo perciba el usuario, es particularmente grave.

- Higiene personal. La higiene personal es una importante medida de control. El trabajador debe poder lavar prontamente la piel expuesta para quitarse las salpicaduras accidentales de materiales tóxicos o irritantes. Para que un operario pueda disminuir al mínimo su contacto con agentes químicos perjudiciales, debe tener la posibilidad de lavar sus manos. Debe estar prohibido comer, guardar o beber alimentos y líquidos en lugares en que se empleen materiales altamente tóxicos. También debe disponerse de instalaciones para poder lavarse o ducharse en caso de exposiciones accidentales. En todas las entradas al área controlada donde se manipulen sustancias que sean biológicamente peligrosas o carcinógenos debe haber anuncios bien ubicados, para informar a los operarios acerca de los peligros y de los procedimientos rutinarios de emergencia que se requieran.
- Orden, limpieza y mantenimiento. Un buen cuidado del lugar de trabajo desempeña un papel clave en el control de los pe-

ligros ocupacionales para la salud. Es imposible lograr un programa de control efectivo de los peligros para la salud a menos que la limpieza y mantenimiento sean buenos y el trabajador haya sido informado acerca de la necesidad de esas medidas.

- **Eliminación de residuos.** La eliminación de los materiales peligrosos debe ser hecha por personas muy entrenadas que trabajen bajo una supervisión estricta. Deben establecerse procedimientos para la eliminación, en condiciones de seguridad de productos químicos peligrosos, residuos tóxicos y otros desperdicios contaminados, así como también de los recipientes de sustancias químicas fuera de uso y de aquellos cuyos rótulos se hayan perdido o inutilizado.
- **Controles administrativos.** La reducción de los periodos de trabajo es otro método aplicable en áreas limitadas donde los métodos de control de ingeniería sobre la fuente no son practicables. Por sí solo el control administrativo tiene muchas limitaciones y en la mayoría de los casos, dado el proceso de trabajo, es prácticamente imposible poder llevarlo a cabo, por lo que se debe tender a la utilización de equipo de protección personal.
- **Controles médicos.** Los exámenes médicos son parte importante de un programa de control de salud ocupacional. El programa-

médico sirve también para verificar los controles de ingeniería. Los síntomas de exposición a un peligro ocupacional para salud en un grupo de trabajadores indicarán una falta que debe ser corregida. La extensión de los controles médicos dependerá de los peligros y de la gravedad de los riesgos existentes. Un programa de higiene industrial debe ser paralelo al programa médico, ambos son esenciales para proteger la salud de los trabajadores.

Entrenamiento y educación. Para completar los controles de ingeniería se emplea el entrenamiento y la educación adecuados.-- En una planta manufacturera típica, la responsabilidad primaria de una operación y control seguros reside en la línea de organización del departamento de operaciones. Este departamento debe contar con un supervisor de primera línea, un supervisor de turno y un jefe de departamento, todos familiarizados con cada uno de los aspectos de la operación diaria de la planta y del proceso de manufactura y fácilmente disponibles cuando deban tomarse decisiones críticas.

El trabajador debe conocer los procedimientos de operación correctos que permiten que los controles de ingeniería sean efectivos. Los operarios deben ser puestos sobre aviso acerca de los procedimientos seguros de trabajo mediante folletos, letreros, carteles, reuniones de seguridad y otras formas de instrucción.

Además de las instrucciones de operación normales que ca-

da operario recibe cuando comienza un nuevo trabajo, aquellos que están asignados a lugares donde pueda haber exposición a productos químicos tóxicos deben recibir un programa especial de información.

CONCLUSIONES.

Para finalizar con el desarrollo de este trabajo, haré --
mención de las observaciones y conclusiones a las que he llega
do :

- Los patrones y trabajadores tienen derechos y obligaciones -
entre los cuales se encuentra el trabajar en un ambiente que
asegure la salud física y mental de ambas partes.
- El conocimiento de las concentraciones, tiempo de exposición
duración de la jornada de trabajo, el control administrativo
de las exposiciones laborales, etc., es la base para la eva-
luación y el control de los factores físicos, químicos, mecá
nicos, biológicos, psicológicos y sociales que afectan el am
biente laboral.
- Es oportuno hacer notar la importancia de la ventilación ade
cuada (ya sea por extracción local o general) en los cen-
tros de trabajo, como uno de los métodos de control de conta
minantes más sencillo y efectivo.
- Los exámenes médicos son parte esencial del control de con-
taminantes ya que son un medio sencillo de verificar los con
troles de ingeniería por lo que un programa de higiene indus
trial, debe ser paralelo al programa médico.
- El conocer los principios generales de toxicología que aquí-
se exponen, sirve como base para realizar una evaluación efec
tiva, ya que si se conocen las causas y mecanismos de acción

de las sustancias que se manejan, la enfermedad producida -- por éstas, podrá ser tratada y mejor aún, prevenida.

- Los trabajadores tienen el derecho de recibir el entrenamiento y preparación adecuados y necesarios para el mejor desempeño de su trabajo; así como el conocimiento de los riesgos a los que se encuentran expuestos con motivo del mismo.

BIBLIOGRAFIA.

- Breach Ian
"Contaminación"
Editorial Montaner y Simon, S.A.
Barcelona, 1978.

- Salvat Editores, S.A.
"Salud y Enfermedad"
Barcelona, 1973.

- I.M.S.S.
"Lecturas en Materia de Seguridad Social.
Enfermedades de Trabajo"
Publicaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social
México, 1983.

- Méndez René
"Ecotoxicología y Seguridad Química"
Editorial ECO-UNICAMP
Brasil, 1985.

- E.J. Ariëns, P.A. Lehmann, A.M. Simonis
"Introducción a la Toxicología Industrial"
Editorial Diana
México, 1981.

- Fundación MAPFRE
 "Curso de Higiene Industrial"
 Editorial MAPFRE, S.A.
 España, 1983.

- Consejo Interamericano de Seguridad
 "Principios de Higiene Industrial del Consejo Interamericano
 de Seguridad"
 Boston, Massachusetts 1983.

- Trueba Urbina Alberto y Trueba Barrera Jorge
 "Ley Federal del Trabajo" 56ª edición.
 Editorial Porrúa, S.A.
 México, 1987.

- Secretaría del Trabajo y Previsión Social
 "Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo e
 Instructivos"
 Publicaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social.
 México, 1989.

- Peniche López Edgardo
 "Introducción al Derecho"
 Editorial Porrúa, S.A.
 México, 1969.