Medicina Forense. Toxicología General

1. [**Objetivos**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#objet)
2. [**Origen de la Toxicología**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#origen)
3. [**Conceptualización de la Ciencia Toxicológica**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#concep)
4. [**Clasificación de las Intoxicaciones**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#clasifintox)
5. [**Clasificación de los Tóxicos**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#clastoxic)
6. [**Etiología de las Intoxicaciones**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#etiolo)
7. [**Toxicocinética**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#toxicocinetica)
8. [**Etapas de la Acción Tóxica**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#etapas)
9. [**Investigación de muerte por intoxicación**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#investig)
10. [**Terminología Toxicológica**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#terminol)
11. [**Tóxicos cáusticos**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#toxicaust)
12. [**Tóxicos volátiles**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#toxivolat)
13. [**Metales Pesados**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#materpesad)
14. [**Cuadros sinópticos**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#cuadros)
15. [**Bibliografía**](http://www.monografias.com/trabajos18/toxicologia-general/toxicologia-general.shtml#biblio)

**OBJETIVOS**

* Analizar el desarrollo histórico de la Toxicología, en base a los cambios de la etiología en las intoxicaciones a través del tiempo.
* Interpretar las fases de la acción tóxica como procesos íntimamente relacionados entre si.
* Desentrañar el sistema sobre la toxicidad de los agentes químicos para la prevención, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones.
* Aplicar el método científico para deducir conclusiones válidas en base a experiencias de laboratorio y otras actividades afines.
* Determinar, desde el punto de vista de la Materia de medicina Forense, los elementos que componen la muerte por intoxicación.
* Analizar los principales tóxicos, agrupándolos en las áreas de la toxicología.
* Juzgar la importancia de la prevención, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones en las diversas áreas toxicológicas.

**INTRODUCCIÓN**

La toxicología contemporánea difiere radicalmente de la ciencia o cúmulo de conocimientos organizados científicamente, que se enseñaban y practicaba en décadas anteriores. Atrás quedó el envenenamiento agudo con la aureola misteriosa de la muerte repentina, fulminante, sospechosa y rápida.

Hoy en día, la nueva toxicología, se aboca además al estudio de los efectos tóxicos (a largo plazo) de incontables agentes químicos, con los cuales el hombre construye y  vive su mundo, tratando de dominar y someter a la naturaleza, desarrollando procesos y sustancias nuevas, que muchas veces se vuelven contra él y los demás seres vivos. Es una ciencia polifacética y multidisciplinaria.

En el afán de mejorar el nivel de vida de todos los habitantes de la tierra, el hombre es ahora más cuidadoso en lo que se refiere al empleo de agentes químicos, ya que los avances vertiginosos de los últimos 100 años han causado problemas, a veces tan grandes como los que se intentó resolver. En el futuro el "progreso" debería ser más moderado y sobre todo responsable, tomando en consideración los efectos indeseables, de los tóxicos.

El nivel de vida del hombre depende fundamentalmente del desarrollo de nuevos procesos y sustancias químicas, por consiguiente la toxicología deberá marchar a la par, o adelantarse, tratando de prevenir, diagnosticar y tratar todos los casos en los cuales interactúen en forma negativa un ser vivo y un xenobiótico, y sobre todo evaluando el riesgo y la seguridad en el uso de agentes químicos.

Al igual que otras emergencias médicas, una intoxicación aguda precisa con frecuencia de un tratamiento urgente. En Toxicología la precocidad con que se aplica este tratamiento es directamente proporcional a su eficacia. Ello conlleva que cada nivel asistencial no debe diferir un tratamiento esperando que se haga cuando el intoxicado se traslade a un nivel asistencial superior.

Así pues, ante una intoxicación aguda cualquier nivel asistencial debería cumplir con el cometido terapéutico que le corresponde, lo que comporta estar previamente preparados (protocolos, conocimientos técnicos, botiquines toxicológicos a punto...)

Con frecuencia se utilizan los nombres de tóxicos y veneno, denominando como veneno a aquellas sustancias que ha sido suministrada con fines lesivos premeditados y dejando el nombre de tóxico a la sustancia que aunque pueda ocasionar daño no se suministra con esta intención. Normalmente veneno es concebido como aquello que tiene naturaleza intrínsecamente peligrosa aun en pequeñas dosis, tales como el cianuro, el arsénico, plomo, etc... Y tóxico, a aquello que puede ocasionar daño pero no por la naturaleza misma de la sustancia, ejemplo de ello seria el agua, oxigeno, etc.

**DESARROLLO**

**Origen De La Toxicología**

Para poder remontarnos al origen de la toxicología, tendríamos que remontarnos al origen de la biología, puesto que se supone que desde el momento en que surge la vida, aparece también el riesgo de entrar en contacto con agentes nocivos que ponen en peligro el normal funcionamiento del organismo.

Remontándonos a la historia de información toxicología podemos nombrar los siguientes hechos:

La Historia de la Toxicología es tan antigua, tanto como la humanidad misma y en la búsqueda de datos antiguos encontramos en el Papiro de Ebers (1.500 a.c.), citas que se pueden relacionar con tóxicos de origen natural y aún referencias más antiguas se hacen en  papiros egipcios que datan de 1.700 a.c, se advierte el uso de Cannabis indicus y de Papaver Somniferum y aún se hace referencia a intoxicaciones por el elemento plomo. En la medicina hindú sobresale Veda ( 900 a.c.); en la griega Hipócrates (400 a.c.) quienes ya mencionaron varios venenos en sus escritos,   y Theofrastus ( 370- 286 a.C.) estudia los venenos vegetales.

La historia de la humanidad contempla casos como los de Sócrates que utiliza sus conocimientos sobre Cicuta  y  el de Cleopatra que se vale de la serpiente cobra para poner fin a sus  vidas en forma menos tormentosa.[http://www.monografias.com/images04/trans.gif](http://www.monografias.com/)

En la Edad Media se abre el primer centro que se tenga conocimiento para atender exclusivamente a pacientes intoxicados, por la célebre epidemia de ergotismo que se presenta al sur  de Francia y estará a cargo de la orden religiosa de los hermanos Antonisti. Además en esta época la historia del veneno constituye en cierta forma la savia de la vida política y cortesana durante largas etapas. La " pócima" fue factor determinante  en la elección y deceso de algunos gobernantes.  Aparecen nombres de mujeres tan famosas como Madame Toffana, Lucrecia Borgia, Catalina de Médicis, etc. quienes han pasado a la historia de la Toxicología por su profesión de envenenadoras.

En 1493 nace Felipe Aureolo Teofrasto Bombast de Hohemheim, posteriormente llamado Paracelso, como médico alemán profesor de la Universidad de Basile e importante estudioso de la Toxicología, expresó la famosa sentencia "Todo es veneno y nada es veneno,  la dosis sola hace  el veneno" una frase que en su intrínseco significado es incontrovertible.

La Toxicología como ciencia aparece en Holanda (1945), con el primer centro de información bajo el comando de la Real Sociedad Holandesa para el Progreso de la Farmacia, y como tal, se dedicaba a la información de los farmacéuticos mediante un fichero. En ese mismo año en Dinamarca aparece un centro especializado en reanimación, con especial énfasis en intentos de suicidio y sobredosis de medicamentos.

En Inglaterra (1950), el hospital de Leeds abre el primer centro "*completo*" de información y tratamiento. Luego aparecen Bolín y Cheinisse (1969), quienes refuerzan la historia de la toxicología diciendo: " y el toxicólogo de guardia de un centro de información, sentado en su despacho entre sus fichas, su biblioteca y sus teléfonos, jamás olvidaba que era médico y con mucha frecuencia procedía espontáneamente a misiones de urgencia sobre el terreno que se salían de los limites teóricos de su comedia".

En 1975 se abre en París el primer centro francés. En 1953 en EE.UU. la Academia Americana de Pediatría abre en Chicago uno de los primeros centros estadounidenses. Para 1965 ya existían en Estados Unidos cerca de 600 centros en el siglo XXI.

**Conceptualización De La Ciencia Toxicológica**

Con frecuencia se utilizan los nombres de tóxicos y veneno, denominando como veneno a aquellas sustancias que ha sido suministrada con fines lesivos premeditados y dejando el nombre de tóxico a la sustancia que aunque pueda ocasionar daño no se suministra con esta intención. Normalmente veneno es concebido como aquello que tiene naturaleza intrínsecamente peligrosa aun en pequeñas dosis, tales como el cianuro, el arsénico, plomo, etc... Y tóxico, a aquello que puede ocasionar daño pero no por la naturaleza misma de la sustancia, ejemplo de ello seria el agua, oxigeno, etc.

1. Cualquier elemento que ingerido, inhalado, aplicado, inyectado o absorbido, es capaz por sus propiedades físicas o químicas, de provocar alteraciones orgánicas o funcionales y aun la muerte. La palabra tóxico viene del latín *toxicum* y del griego *toxikón.*

**"Toxicología es el estudio científico de estos elementos, su comportamiento, su metabolismo, sus mecanismos de acción, las lesiones que ellos ocasionan, su forma de acumulación, excreción y el tratamiento adecuado para proteger el organismo afectado".**

Podemos clasificar estos elementos en tóxicos: químicos y físicos. Los tóxicos químicos pueden ser a su vez tóxicos de origen mineral, vegetal, animal. Podemos destacar un grupo que aun perteneciendo al mundo de los químicos, se destaca por su gran numero y profusión y el cual podría independizarse, como es el grupo de los sintéticos, creados por el hombre y que inundan cada vez más todos los ambientes.

1. **Tóxico o Veneno**
2. **Cómo Diagnosticar En Toxicología Clínica**

El diagnóstico de una intoxicación aguda, al igual que otras patologías, se basa en:

* Anamnesia.
* Sintomatología clínica.
* Exploraciones complementarias.

**Tratamiento De Las Intoxicaciones**

Aunque la mayoría de intoxicaciones agudas (80%) son de carácter leve, todas precisan de una valoración inicial rápida para poder indicar el tratamiento adecuado.

Frente a una intoxicación aguda, el médico en medio pre-hospitalario actuará de acuerdo con el siguiente orden de prioridades:

* Medidas de soporte y reanimación.
* Disminuir la absorción.
* Administración de antídotos.
* Incrementar la excreción.
* Medidas no específicas.

**CLASIFICACIÓN DE LAS INTOXICACIONES**

1. Las intoxicaciones pueden tener diferentes orígenes:
2. **Según Su Origen**

Las distintas costumbres sociales y religiosas llevan al uso y abuso de muchas sustancias que pueden ocasionar intoxicaciones agudas o crónicas. Podemos mencionar como ejemplo el tabaco, el alcohol, la marihuana, el yagé, etc.

Estos tóxicos tienen como característica su influencia sobre grandes masas de la población y su progresiva aceptación por parte de las sociedades, alguna de las cuales, lo aceptan como ritos y signos de progreso.

1. **Intoxicaciones Sociales:**

Se produce por el uso de elementos químicos o físicos propios del oficio y dentro del mismo.

1. **Intoxicaciones Profesionales:**

La presencia de determinados elementos ene el medio ambiente puede traer como consecuencia la ocurrencia de intoxicaciones. Por lo general, son de establecimiento crónico ya que se deben al contacto prolongado con elementos en dosis pequeñas.

1. **Intoxicaciones Endémicas:**
2. **Intoxicaciones Por Medio Ambiente Contaminado:**

Es el resultado de fuentes contaminantes creadas por el hombre, tales como combustión, residuos de industria, etc., arrojadas al aire, tierra o aguas.

En la época actual, sustancias que podrían calificar de inocuas, tales como los elementos plásticos, han pasado a ser graves y grandes contaminantes que rompen sistemas ecológicos. Los detergentes lanzados a las aguas hacen que se eliminen formas vivientes.

La concentración de residuos de industrias químicas, el aumento de residuos de carbón, conlleva a que los seres vivos sufran progresivamente intoxicaciones que alteran su salud y causan acortamiento del promedio de vida.

* 1. El uso irreglamentario o mejor el de sustancias perjudiciales por el deportista, con el deseo de aumentar su rendimiento, se ha generalizado en gran manera. Su origen podemos establecerlo en el uso de estimulantes en caballos de carrera, para luego extenderse a los humanos.

El peligro radica en que los efectos pueden llegar a ocasionar daños severos, cuando no la muerte del deportista o del animal.

* 1. **Doping**

La presencia de alimentos nocivos en los alimentos trae como consecuencia la intoxicación alimentaría.

Pueden ser estos elementos de origen bacteriano o bien de origen químico, como seria la presencia de arsénico, plomo, mercurio o sustancias venenosas de algunos vegetales, entre los cuales podríamos citar hongos, vegetales cianogenéticos, cardiotóxicos, etc.

* 1. **Intoxicaciones Alimentarías**

Sería más apropiada denominarlas intoxicaciones por factores genéticas, pues son ocasionadas por alteraciones en el metabolismo normal de sustancias producidas por cambios genéticos del paciente.

* 1. **Intoxicaciones Genéticas**
  2. **Intoxicaciones Por Interacción Medicamentosa**

En muchas ocasiones, en suministros de varios fármacos simultáneamente, es causa de intoxicaciones a producirse alteración de su metabolismo, en su efectos, potenciación, antagonismos, bloqueos metabólicos, etc.

1. **Según Su Finalidad:**
   1. Son ocasionas por el hombre mismo, en forma no intencionada, a diferencia de la homicida o la suicida. Formulación de drogas con desconocimientos de acciones indeseables, de dosis adecuadas, etc., pueden desencadenar éstas.

Por otra parte el libre expendio de drogas sin control, sin conocimiento y con absoluta libertad e irresponsabilidad, son igualmente causa de graves y frecuentes accidentes tóxicos. Aunque el curanderos y yerbateros tienden a desaparecer, no podemos dejar de mencionarlos como autores de este tipos de intoxicaciones, con el agravante de sus mezclas son por lo general de sustancia desconocidas, tanto en calidad como cantidad, lo que hace mas difícil el tratamiento adecuado del paciente.

* 1. **Intoxicaciones Iatrogénicas**

La intención de ellas es causar daños a una o más congéneres. Implican por tanto la premeditación y la intención de causar perjuicio o muerte.

Son causa de acción penal y establece un amplio contacto entre la toxicología clínica y la forense o toxicología legal.

* 1. **Intoxicaciones Homicidas**

El intento de autoeliminación lo encontramos casi siempre rodeado de fenómenos que angustian al enfermo y que lo debilitan para luchar contra los problemas que lo atormentan. Este campo de la intoxicación con intención de autoeliminación, toca con un amplio campo con la psiquiatría.

Normalmente lo enfermo de estas índoles repite y perfeccionan su intento de suicidio, o son verdaderos psicópatas con ideas obsesivas de muertes.

Por lo general estos pacientes deben de continuar tratamiento en manos de psiquiatra.

* 1. **Intoxicaciones Suicidas**
  2. **Intoxicaciones Accidentales**

1. **Según Su Etiología**

Son ocasionadas generalmente por imprevisión de las personas, por descuido, por ignorancia y no conllevan como las homicidas, ninguna intención: ocurren al azar.

**CLASIFICACIÓN DE LOS TÓXICOS**

Los tóxicos pueden clasificarse por su origen, estado físico, órgano blanco, composición química y mecanismo de acción.

* **Por Su Origen:**

1. Tóxicos de origen mineral.
2. Tóxico de origen botánico.
3. Tóxico de origen animal.
4. Tóxico de origen sintético.

* **Por Su Estado Físico:**

1. Tóxicos Líquidos.
2. Tóxicos Sólidos.
3. Tóxicos Pulvelurentos.
4. Tóxicos Gaseosos.

* **Por El Órgano Blanco:**

1. Hepatotóxicos.
2. Nefrotóxicos.
3. Hematotóxicos
4. Etc..

* **Por Su Composición Química**

1. Amenas Aromáticas.
2. Hidrocarburos Halogenados
3. Por Su Mecanismo De Acción:
4. Inhibidores del Sulhídricos.
5. Inhibidores de la Colinesterasa.
6. Productores de metaemaglobinemia.
7. Etc...

En palabras de Loomis *"No existe una sola clasificación que sea aplicable para todo el espectro de agentes tóxicos".* En el contexto de un libro de medicina legal y de Derecho como en el presente, no limitaremos a los principales tóxicos cáusticos, volátiles, metálicos, de abuso y plaguicidas.

Los psicoactivos se clasifican de diversas maneras, entre ellas la podemos clasificar por su grado de pureza, por las dosis, por su accesibilidad, por sus efectos.

No existe mayor diferencia en una prelación lógica entre drogas, fármacos y medicinas, si lo vemos desde un punto de vista etimológico el termino pharmacon se utilizaba para asociar medicamentos y venenos, aún cuando en la actualidad este concepto es desasociado nos podemos percatar de que el principio es el mismo, se entiende que las medicinas alivian el sufrimiento y que las drogas son malas, podríamos considerar en dado caso que el agua puede actuar como un veneno cuando se introducen al cuerpo de 3 a 4 litros en los menores o 20 litros en una persona adulta, la retención del cloro ocasionaría la muerte y la deshidratación celular. Recordemos que el oxido nitroso y muchas otras drogas nos han dado los anestésicos y medicinas que hoy tenemos.

Podemos concluir de una manera polémica que no hay diferencia entre fármaco, medicina y droga, y que la única cosa que puede dividir esto es las circunstancias del uso.

Podemos diferenciar el uso de los psicoactivos más comunes, y son:

* Drogas anestesistas.
* Drogas de diseño.
* Drogas psiquiátricas.
* Cocaína.
* Opiáceos
* Inhalantes.
* Plantas.
* Alcaloides.

Los fármacos con mayor capacidad adictiva de esta categoría son los barbitúricos, utilizados desde principios de siglo en el tratamiento de la ansiedad y como inductores del sueño. En medicina también se emplean en el tratamiento de la epilepsia. Algunos adictos consumen grandes cantidades diarias de barbitúricos sin presentar signos de intoxicación. Otros consumidores buscan un efecto similar a la borrachera alcohólica y otros potenciar los efectos de la heroína. Gran parte de los consumidores de barbitúricos, sobre todo los del primer grupo, obtienen el fármaco de recetas médicas.

Los barbitúricos, además de tener efectos semejantes al alcohol, también producen, como éste, una intensa dependencia física. Su supresión abrupta produce síntomas similares a la supresión del alcohol: temblores, insomnio, ansiedad y en ocasiones, convulsiones y delirio después de su retirada. Puede sobrevenir la muerte si se suspende bruscamente su administración. Las dosis tóxicas son sólo levemente superiores a las que producen intoxicación y, por tanto, no es infrecuente que se alcancen de manera accidental. La combinación de los barbitúricos con el alcohol es muy peligrosa.

Otros fármacos hipnótico-sedantes son las benzodiacepinas, cuya denominación comercial más habitual es el Valium. Estos se incluyen en el grupo de los tranquilizantes menores que se utilizan en el tratamiento de la ansiedad, el insomnio o la epilepsia. Como grupo, son más seguros que los barbitúricos ya que no tienen tanta tendencia a producir depresión respiratoria y están sustituyendo a éstos últimos. Por contrapartida, la adicción a los tranquilizantes se está convirtiendo en un problema cada vez más frecuente. La adicción al fármaco Halción, del grupo de las benzodiacepinas, ha obligado a autoridades de varios países a retirarlo del mercado.

En la antigüedad la tentativa de suprimir el dolor y el movimiento corporal llegaba a la administración de dosis narcóticas, y no sino hasta 1844 cuando Horacio Welss usó el cloroformo como anestésico empleando poco después el éter implementando los anestésicos que inhiben o interfieren con la percepción sensorial. En 1915 con la introducción de la procaína se utiliza para anestesiar las membranas mucosas, en 1930 se lanzan ciertos barbitúricos como el triopental, posteriormente para relajar los músculos abdominales, y en 1965 la ketamina por Park & Davis. Estas drogas las podemos conocer como anestésicos generales y bloquean todo tipo de sensaciones, presentan efectos subjetivos que han resultado atractivos para muchas personas.

**ETIOLOGÍA DE LAS INTOXICACIONES**

Desde el punto de vista médico legal las intoxicaciones pueden ser accidentales, suicidas y homicidas.

Las intoxicaciones accidentales suelen ser las más frecuentes, especialmente en niños. Algunos autores las desglosan en medicamentosas y atrigénicas, causadas por ele mismo médico laboral u ocupacional adquirida en el trabajo, ejemplo: el saturnismo de los trabajadores de fabricas de baterías, alimentaria por comida contaminada, hídrica por aguas contaminadas como el Hidracenicismo endémico en zonas donde la tierra contiene una elevada concentración de arsénico que e difundo por el agua.

La forma suicida suele seguir modas según la época. Hace medio siglo se empleo el cianuro, el monóxido de carbono o la estricnina, posteriormente las han reemplazado los barbitúricos, los tranquilizantes y en la actualidad los plaguicidas ( como la pastilla de curar frijoles). La forma homicida es cada vez más frecuente, en épocas anteriores al siglo XIX en que Orfila aplicó los métodos de investigación del arsénico en el organismo, el trióxido de arsénico era el recurso favorito de los envenenen dores, que por el carácter insípido e inodoro de este polvo blanco, podría ser administrado a la víctima son que lo percibiera.

En los últimos tiempos han surgido unas formas naturales debido a causas genéticas, tal es el caso de la Achata asía (descubierta por Takhara 1n 1946 y que consisten el incapacidad hereditaria de algunas personas pare degradar el agua oxigenada, que transforma a la hemoglobina en un producto oscilado, borracho, negro). En la actualidad se está configurando una rama de la toxicología, llamada toxicología y genética, la cual estudia los efectos de sustancias químicas y de las da citaciones sobre el ADN y mecanismos de herencia en células y organismos, esto es sobre la muta génesis.

Con el nombre de entomotoxicología, Goff y Lord (1994) han descrito el empleo de insectos y artrópodos hallados en torno a un cadáver en descomposición avanzada, como muestras alternas para análisis toxicológicos.

**TOXICOCINÉTICA**

Toxicocinética es la ciencia que estudia los cambios que ocurren a través del tiempo en la absorción, distribución, metabolismo y expresión de un tóxico cuando este ingresa a un organismo. Los mecanismos fisiológicos que rigen la cinética de los tóxicos y de los fármacos son similares y puede afirmarse que excepto para los metabolismos de procedencia natural (endógenos), deben contemplarse desde el punto de vista cinético-bioquímico; la farmacocinética y la troxicocinética están unidas en el marco cinético de las sustancias extrañas, exógenas (cenobíticas), que invaden al organismo. Son dos caras de una misma moneda, siendo difícil a veces establecer una demarcación clara entre ambas, ya que cualquier fármaco puede comportarse como un agente tóxico. Sin embargo, en la cinética de los fármacos se busca una misión benéficas al obtener de alguna manera el bienestar; en el caso de los tóxicos por el contrario el resultado es el deterioro de la salud o de algunas funciones específicas y en muchos casos la muerte.

En el estudio cinético se supone el organismo como un sistema de compartimentos, separado por membranas biológicas interconectadas entre si a través de la sangre circulante, por medio del cual el tóxico puede llegar al lugar selectivo donde se va a ejercer su acción, de tal manera que los cambios templares ene la concentración sanguínea o plasmática permiten inferir las variaciones correspondientes en los tejidos y en los medios de excreción.

El transporte del tóxico en los organismos se realiza por intermedio de un conjunto de procesos fisicoquímicos, que son comunes a la absorción, distribución y excreción, su transferencia de un lugar a otro dependerá de un constante (K), cuya magnitud determinará la velocidad de la transferencia, así como la dirección en la que se realiza.

Al igual que en la farmacocinética, uno de los objetivos en la aplicación del conocimiento toxicocinético es el relacionar los datos cinéticos con los efectos producidos por el tóxico que sea útil para el diagnóstico y pronóstico de una intoxicación que permita comparar, extrapolar, predecir su comportamiento en otro organismo. Por lo tanto el modificar en alguna manera los eventos de la Toxicocinética reside la base de todo tratamiento en toxicología.

**ETAPAS DE LA ACCIÓN TÓXICA**

La interacción de un toxico con el organismo comienza con la fase de exposición. Decimos que el individuo esta expuesto cuando el toxico se encuentra en la vecindad inmediata de las vías de ingreso al medio interno del organismo. Estas vías son: las respiratorias (inhalación), la tegumentaria (piel y mucosas) y la vía gastrointestinal; pero solamente habrá un efecto biológico y toxico cuando haya absorción de la sustancia, exceptuando el caso de exposición a sustancias radiactivas; la cinética de un toxico que ingresa al organismo se inicia con los procesos que regulan su absorción y terminan con aquéllos que permiten extraerlo inalterado o en forma de metabolismo, ya sean inactivos (no tóxicos) o activos (que muchas veces pueden resultar más tóxicos que el compuesto original).

Si se toma en cuenta que la toxicocinética es el curso que toda sustancia toxicológicamente activa recorre en el organismo, se entenderá que esta debe constar de etapas. Las principales etapas que comprende son las siguientes:

1. **Absorción.**
2. **Distribución.**
3. **Biotransformación.**
4. **Eliminación o Excreción.**

Algunos autores agregan la interacción con otros fármacos, la excreción por leche materna y los efectos sobre el embarazo. Entre los factores que influyen en los efectos de un tóxico está la concentración de sustancia activa en el receptor. Este, con frecuencia tiene una localización anatómica distinta del compartimiento central, donde se toma la muestra para análisis. De este modo se explica que no exista siempre una correlación entre el efecto y la concentración sanguínea del tóxico, no obstante, el modelo de dos compartimientos permite predecir los cambios en la concentración en sangre o plasma de la mayoría de los tóxicos con eliminación predominante por vía renal. El compartimiento central está representado por la sangre y los órganos de elevada perfusión (corazón, cerebro, riñón). A su vez, el compartimiento periférico está constituido por tejidos de almacenamiento y órganos pobremente prefundidos. Par fines del cálculo, los tóxicos y fármacos son eliminados y absorbidos solamente en el compartimiento central.

En la práctica, los niveles en sangre de un tóxico, Selene considerarse así;

* **Concentración Terapéutica:** Nivel en la sangre, después de administrar la dosis efectiva en los humanos.
* **Concentración Tóxica:** Nivel asociado con manifestaciones nocivas en humanos.
* **Concentración Letal:** Nivel en que un tóxico causa la muerte de una persona.

1. **Absorción**

La absorción es el ingreso de una sustancia a la circulación atravesando las membranas biológicas. Para ello el producto ha de pasar las diferentes barreras (cutáneas, gastrointestinales, alveolares y vasculares) por diferentes vías. Toda absorción biológica de una sustancia requiere de un paso a través de una membrana.

Desde el punto de vista clínico, las vías de absorción de los tóxicos, o sea de su ingreso en el organismo, son las siguientes:

1. **Vía Digestiva:** Constituye la más importante vía de acceso de tóxicos. Par llegar a la ven porta y al sistema linfático, el tóxico debe atravesar la membrana epitelial y la membrana basal de los capilares. **Este pasaje puede llevarse a cabo por:**
2. **Absorción Pasiva:** Cuando la molécula está ionizada, su absorción depende del PH y cuando no, depende de la liposolubilidad.
3. **Absorción Convectiva:** Depende de la diferencia de la depresión hidrostática en la concentración en el intestino y la concentración en plasma.
4. **Transporte Activo Y Facilitado:** La molécula se une a un transportador que suele ser proteico, para ser liberado una vez que atraviese la membrana.
5. **Absorción Por Par Iónico:** Consiste en la unión de cationes y uniones orgánicos. Este par es liposoluble.
6. **Pinocitosis:** Consiste en la formación de una membrana celular por la vesícula. La vesícula engloba la molécula para liberarla una vez que la transporta al lado opuesto de la célula.
7. **Vía Respiratoria:** Constituye la vía de acceso de venenos gaseosos (vapores de ácido cianhídrico, monóxido de carbono, etc...) sólidos finamente divididos y líquidos atomizados. Los tóxicos llegan a la circulación sanguínea por simple difusión en el alvéolo pulmonar.
8. **Vía Cutánea:** A través de la piel sana pueden penetrar sustancias cáusticas, tinturas y solventes de la grasa de la piel. Un ejemplo son los insecticidas órganofosforados.
9. **Vía Parenteral:** Con sus variedades; subcutánea, intramuscular y endovenosa. Es el caso de las flechas envenenadas, picaduras y mordeduras de animales ponzoñosos. Modernamente la más común es la administración de tóxicos de fármaco dependencia, como la heroína y la cocaína.
10. **Vía Mucosa:** Comprende la conjuntiva de los párpados (Atropina), la mucosa nasal (inhalación de cocaína), sublingual (cianuros) y rectal (ácidos sulfhídricos).
11. **Distribución y Acumulación**

El tóxico absorbido pasa al compartimiento central (sangre) y al compartimiento periférico (tejidos de depósito). Este proceso de redistribución constituye un mecanismo de defensa porque permite al organismo degradar lentamente un tóxico.

Los factores que intervienen en la distribución y fijación del tóxico son; el coeficiente de liposolubilidad o de hidrosolubilidad, la unión a proteínas, la reacción química y el grado de ionización.

Después de la absorción viene la distribución, proceso también influenciado por varios factores como las propiedades fisicoquímicas del toxico, el coeficiente de lipohidrosolubilidad, el grado de iotización, la unión a las moléculas o proteínas las reacciones químicas y también por el flujo de sangre a los diversos órganos.

Independientemente de la vía de entrada, el sistema circulatorio desempeña un papel importante puesto que desde el pueden las sustancias iniciar procesos tóxicos y de distribución a diferentes órganos y sistemas, para luego ser enviados al exterior o a sitios de depósitos en los cuales pueden ser puestos nuevamente en circulación mediante determinadas circunstancias.

Como el gasto cardiaco es aproximadamente de 5 a 6 litros/minutos, resulta que en un minuto la sangre ha recorrido el sistema completo, al menos una vez. Y os tóxicos no suelen estar en la sangre disueltos en el plasma, sino que se unen a las proteínas plasmáticas en forma reversible o irreversible, dependiendo de la intensidad de fijación del tipo de enlace fisicoquímico, el cual en orden decreciente de intensidad, puede ser covalente: se comparten electrones entre dos átomos, iónico: se forma entre iones de carga opuesta, puente de hidrogeno: se enlaza al oxigeno o al nitrógeno, fuerzas de Van Der Waals: cuando dos átomos se aproximan mucho son más débiles.

Las características físicas del tóxico y el sitio específico de unión dan a esta fijación el carácter de una reacción y enlace químico, así podríamos establecer los siguientes grupos:

* Ácidos y bases.
* Reacción covalentes.
* Alkilantes.
* Radicales libres.

1. **Metabolismo o Biotransformación De Los Tóxicos**

La biotransformación tiene por objeto eliminar al tóxico o convertirlos en sustancias menos dañinas para el organismo. Comprende dos fases:

**Fase I:** De oxidación, reducción e hidrólisis.

**Fase II:** De conjugación.

Los sistemas de biotransformación más importantes se encuentran en las células del hígado y los de menor importancia en el riñón, pulmón, intestino y cerebro.

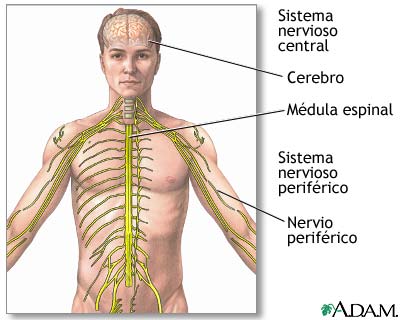
Algunos tóxicos son eliminados sin sufrir ningún tipo de alteración: pero la mayoría son eliminados sufriendo un proceso de transformación para lo cual se lleva a cabo una serie de pasos metabólicos que tiene como principal objetivo introducir una serie de alteraciones bioquímicas en la molécula que la transforme de liposoluble en hidrosoluble, el cambio en sustancias más polares, ionizable, que no sean reabsorbidas por el túbulo renal y sean fácilmente excretadas por la orina. Si no se produjeran estas transformaciones los compuestos apolares liposolubles no sean filtrados o serán reabsorbidos por los túbulos renales y sólo podrían excretarse junto con la bilis en las heces y en menor proporción en la leche, sudor y saliva.

Los tóxicos siguen diferentes caminos los cuales pueden ser:

1. Eliminados sin sufrir alteración alguna.
2. Puede experimentar transformaciones que hagan más fácil su eliminación.
3. Puede experimentar transformaciones estructurales que aumenten o disminuyan su toxicidad.
4. **Eliminación**

Finalmente los tóxicos o sus metabolitos son excretados. Las principales vías de eliminación son las siguientes:

1. **Pulmón:** Por esta vía el organismo elimina principalmente los anestésicos volátiles o gases tóxicos, como el monóxido de carbono, cianuros, sulfuro de hidrógeno y de modo parcial el paraldehído.
2. **Bilis:** Las sustancias hidrosolubles pasan a la bilis por excreción activa. Para las sustancias no polares (no solubles en agua) existe una circulación entero-hepática, por la cual los tóxicos son excretados en la bilis y absorbido en el intestino delgado (caso de la digosina y espirolanactona).
3. **Riñón:** Constituye la principal vía de eliminación de tóxicos o de sus metabolitos. Requieren que sena sustancias solubles en agua.



El PH de la orina es un factor importante. Si la orina es alcalina, estará dificultada la eliminación de sustancias básicas y viceversa para las ácidas. Esto permite mediante la regulación del PH de la orina, acelerar o retardar la excreción de ciertas sustancias básicas (quinidida, feniclinidina, anfetamina) y ácidas (fenobarbital, aspirinas).

Finalmente debe de advertirse que existen tóxicos que ejercen su acción nociva en la etapa de absorción, reciben el nombre de *cáusticos* de acuerdo con la vía de absorción a través de la cual actúan se conocen como cáuticos digestivos, respiratorios, cutáneos, etc...

Además hay *tóxicos sistémicos* que también tienen acción cáustica no sólo en la etapa de absorción, sino incluso en la etapa de eliminación. Es el caso de *paracuat* y del *mercurio elemental*.

Las rutas de excreción de las sustancias toxicas o de sus productos de biotransformación son las siguientes: la orina, la bilis, el aire espirado, el sudor, la saliva, la leche, la secreción gastrointestinal. Por la leche, sudor y saliva, aunque cuantitativamente no sean relevantes, en algunos casos como el de la leche, tiene importancia y peligro para quienes la ingieren como alimento.

**Las Fases De La Acción Tóxica**

Para ver el gráfico seleccione la opción "Descargar" del menú superior

**INVESTIGACIÓN DE MUERTE POR INTOXICACIÓN**

En la investigación de una muerte por presunta intoxicación conviene incluir los siguientes aspectos:

1. Historia del Caso.
2. Muestra adecuada.
3. Análisis Toxicológico.
4. Interpretación de los Resultados.
5. Papel de la Autopsia.
6. **Historia Del Caso:** Cuando se sospecha que la muerte fue debida a un tóxico, para el adecuado manejo del caso, conviene que tanto los médicos forenses como los toxicólogos analistas, cuenten con la información siguiente:
7. Edad, Sexo, Peso, Estatura, Ocupación de la Víctima.
8. Circunstancias de la muerte. Si la víctima había manifestado su intención de envenenarse o su existen antecedentes de intentos previos, así mismo si hubo testigos que la vieron injerir el tóxico o que observaron cuando terceros se lo administraban; si otros personas comieron los mismos alimento o tomaron las mismas sustancias o bebidas o estuvieron expuestas a las mismas condiciones ambientales y estuvieron expuestas a las mismas condiciones ambientales y el grado en que ellas fueron afectadas.
9. Intervalo. Se refiere al lapso entre la última ingesta y el comienzo de las manifestaciones de intoxicación y entre la a aparición de estas y la muerte.
10. Tratamiento médico. Interesa la información acerca del lavado gástrico administración de antídotos y otras medidas terapéuticas; se debe aclarar si la víctima estaba en tratamiento médico por alguna enfermedad.
11. Antecedentes personales. Conviene establecer si la víctima era adicta al alcohol y al abuso de drogas, especialmente cocaína, heroína y otros opiáceos, barbitúricos, anfetaminas y tranquilizantes.
12. Si trabajaba en industria, profesión o comercio donde estuvieran expuesta a sustancias tóxicas o al menos tuviera fácil acceso a la misma.
13. **Muestra Adecuada:** La recolección de muestras de viseras y líquidos orgánicos por lo común es efectuada por el patólogo forense. Conviene tener en cuenta los siguientes criterios:

* Tipo de veneno de que se sospecha.
* Vía de absorción del tóxico.
* Carácter agudo o crónico de la intoxicación.

Sin embargo, de una manera general puede seguirse esta lista de muestras:

|  |  |
| --- | --- |
| Cerebro | **100 gramos** |
| **Hígado** | 100 gramos |
| **Riñón** | 50 gramos |
| **Sangre del Corazón** | 25 gramos |
| **Sangre periférica** | 10 gramos |
| **Humor Vítreo** | Todo el disponible |
| **Bilis** | Toda la disponible |
| **Orina** | Toda la disponible |
| **Contenido Gástrico** | Todo el disponible. |

El patólogo debe etiquetar cada recipiente con la fecha y ora de la autopsia, nombre del fallecido, identidad de la muerte, número adecuado de identificación de la autopsia, iniciales o firma del médico.

Conviene el empleo de una fórmula que es firmada por el patólogo y luego por cada una de las personas que intervinieron en el manejo de la muestra. Este método constituye la cadena de custodia que permite garantizar que la muestra analizada fue realmente la tomada de la autopsia.

Las muestras de víveres y de grandes cantidades de líquido orgánico deben preservarse en frascos de vidrio de boca ancha, limpios, con tapa preferiblemente de vidrio, sostenida en su lugar por resortes, cada víceras o líquido debe ser preservado en recipiente aparte.

Pequeñas cantidades de líquido orgánico pueden ser preservadas en tubos de ensayo con tapón de corcho. El preservador ideal es el frío del congelador. En el caso de las muertes de sangre, pueden emplearse floruro de sodio como preservador (10mlgrs-mltrs).

1. Cuando se trata de tóxico injeridos, el contenido del estómago y de los intestinos debe ser analizados, primero por la gran cantidad de tóxicos no absorbidos que puede existir. En segundo lugar se analizará la orina por ser el riñón el órgano principal de excreción para la mayoría de los tóxicos. En tercer término conviene procesar el hígado, sitio de la biortranformación de la teoría de las sustancias tóxicas, absorbidas por vías digestivas. De manera general, en toxicología analítica es preferible la muestra de sangre por ser más representativa de la concentración del tóxico en el sitio del receptor. Los niveles sanguíneos son cuantitativos mientras los niveles en orina tienen un carácter cualitativo.

Sin embargo deben preferirse las muestras de orina cuando la concentración de tóxico en la sangre es demasiado baja para ser detrminadas por los métodos convencionales. Tal es el caso de tóxicos que tienen rápida eliminación o grandes volúmenes de concentración, como la fenotiacinas, barbitúricos, bezodiacepinas, antidepresivos triciclitos y antihistamínicos.

El adecuado conocimiento de la toxicocinética permitirá la selección de muestras específicas. Los análisis pueden complicarse debido a los cambios químicos que produce la descomposición del cadáver. Las sustancias que así se originan pueden interferir en el aislamiento y en la identificación de los tóxicos sospechosos, por ejemplo, la concentración de cianuro y etanol, así como la saturación sanguínea de monóxido de carbono, pueden modificarse según el grado de putrefacción. Otros tóxicos como el arsénico, barbitúricos, mercurio y estricnina son muy estables y pueden identificarse aun años después de la muerte.

El laboratorio forense emplea una variedad de procedimientos analíticos. Primero realiza pruebas inespecíficas que determinan la presencia o ausencia de grupos de sustancias tóxicas en las muestras. Los resultados positivos son sometidos a un procedimiento analítico que identifica a un tóxico específico. La segunda prueba debe basarse en Principios químicos o físicos diferentes de la primera. En la actualidad se considera que las determinaciones de cromatografía o gas (CG) y las espectometrías de masas (EM) proporcionan una identificación inequívoca para la mayoría de los tóxicos, auque debe aclararse que tienen sus limitaciones.

1. **Análisis Toxicológico**
2. **Interpretación De Los Resultados**

Una vez relanzados los exámenes toxicológicos, el patólogo forense debe interpretar tales resultados y contestar para el juez preguntas específicas, como las siguientes:

* **Ruta de administración del tóxico:** En su determinación deben considerarse los resultados del análisis de varias muestras. Como regla general, la concentración más elevada del tóxico se hallará en el sitio de administración. Así, una concentración más elevada en el tracto digestivo y el hígado, corresponden a un tóxico injerido; una concentración más elevada en el pulmón indica tóxico inhalado y el hallazgo de un fármaco en el tejido circundante a un punto de inyección, generalmente indica inyección reciente intramuscular e intravenosa.

La presencia de un tóxico en tracto gastrointestinal no es prueba suficiente para atribuirle la muerte. Par ello es necesario demostrar, además que se llevó a cabo de absorción del tóxico y que este fue trasportado por la circulación a los órganos donde ejerció su efecto letal. Esto se debe establecer mediante los análisis de muestra de sangre y otros órganos. Excepción a esta regla son desde luego, los tóxicos cáusticos que causan la muerte por su acción local en su etapa de absorción.

* **Dosis administrada:** En cuanto a su determinación, hay que tener en cuanta aspectos como, la duración de la sobreviva y los tratamiento médicos administrados. El intervalo entre la administración de un tóxico y la muerte puede ser suficientemente prolongado para permitir la excreción y biotransformación del agente.

Los tratamientos de urgencia, como la administración de líquidos, diuréticos, sangre o sus componentes y procedimientos como el respirador artificial o mecánico, la hemodiálisis y la hemopercusión, pueden reducir de modo considerable la concentración del tóxico que inicialmente fue mortal.

* Si la concentración del tóxico fue suficiente para causar la muerte o para alterar la conducta del fallecido, al extremo de culminar con la muerte. **Concentración del Tóxico:** Al respecto se debe tener en cuanta que para muchas sustancias tóxicas, los resultados varían de acuerdo al sitio donde se tomó la muestra de sangre. Esto hace recomendable que además de esa muestra de analicen otras muestras de sangre periférica y de víceras

1. **Papel De La Autopsia**

De modo similar a la clínica también en la autopsia puede llegarse a un diagnóstico presuntivo de intoxicación. Será el análisis toxicológico el que permita determinar el diagnóstico de certeza. Sin embargo en los casos en que se sospecha una muerte por intoxicación, la autopsia médico legal es sumamente importante debido a los siguientes aspectos:

1. Permite aclarar si la muerte se debió a una enfermedad y no a agentes fisicoquímicos.
2. Establece la presencia o ausencia de signos de intoxicación.
3. Permite obtener muestras adecuada para le análisis toxicológico.
4. Orienta la pesquisa hacia determinados tóxicos.

Es aconsejable que el médico forense aporte los datos clínicos y postmortem más relevantes para que el toxicólogo oriente sus procesos analíticos.

**TERMINOLOGÍA TOXICOLÓGICA**

* **Ingesta diaria admisible (IDA):** Es la cantidad de una sustancia química (en miligramos de la sustancia por kilogramos de peso corporal) que un individuo puede ingerir por día a lo largo de su vida, sin riesgo para su salud.
* **Efecto Tóxico:** Es el daño temporal o definitivo en la salud, causado por un tóxico.
* **Dosis letal (DL):** Cantidad de un tóxico que mata al 100% de los individuos.
* **Dosis Letal 50 (DL50):** Cantidad de un tóxico que produce la muerte del 50% de las personas.

El concepto de dosis letal es relativo y obliga a la consideración de ciertas particularidades:

1. Vía de administración del tóxico y su frecuencia.
2. Tiempo transcurrido hasta la muerte.
3. Respuesta individual (idiosincracia).
4. Alteraciones post mortem del tóxico.
5. Interacción con otros tóxicos.
6. Lugar de la muestra.

* **Concentración Máxima Admisible (CMA):** En un tóxico ambiental es la concentración máxima que no produce daño en la salud. Valor umbral límite (VUL), esta el la cantidad media de tóxico ambiental, que en una jornada de ocho horas, en cinco días, no ha producido daños al trabajador.
* **Partes por Millón (PPM):** Es la concentración de sustancia tóxica en el ambiente.
* **Vida Media (T 1/2):** Es el tiempo requerido para reducir la máxima concentración de un tóxico a la mitad.

**TÓXICOS CÁUSTICOS**

Son: ácidos minerales, álcalis, caústicos orgánicos como el fenol. La vía de acceso es la digestiva. Las lesiones se localizan a nivel de cavidad bucal, esófago, estómago. A nivel de aparato genital femenino en vagina y cérvix por abortivos caústicos como el permanganato de potasio.

Aspecto de la mucosa: ácido sulfúrico (negra de aspecto carbonizado), ácido nítrico (coloración amarillenta), escaras ácidas (son de aspecto seco), escaras álcalis (son blandas, gelatinosas y grises), ácido (lesionan estómago primordialmente), álcalis (lesionan esófago preferentemente), aspiración (lesionan mucosa respiratoria).

La intoxicación por productos cáusticos se encuadra en las intoxicaciones por productos de uso doméstico. Una de sus características es su fácil accesibilidad por la población al ser sustancias de uso habitual en el ámbito familiar, ya que forman parte de los productos de limpieza común. Su frecuente almacenamiento en recipientes destinados a otros fines, como el consumo (generalmente bebidas) suele ser motivo de exposición accidental.

Producto cáustico es toda sustancia en estado sólido, líquido o gaseoso que es capaz de dañar con rapidez los tejidos con los que se pone en contacto mediante un mecanismo químico, produciendo lesiones similares a las de una quemadura, produciendo los efectos sin transformarse en el organismo.

La característica química diferencial es su situación extrema respecto al pH, a lo cual debe su acción agresiva. Su capacidad tóxica guardará relación con el pH más extremo, su mayor viscosidad, su concentración más alta, el volumen ingerido, el tiempo transcurrido y el estado de plenitud o vaciado gástrico.

Tipos de Tóxicos Cáusticos: Ácido acético, Ácido clorhídrico, Ácido crómico, Ácido fórmico, Ácido fosfórico, Ácido nítrico, Ácido sulfúrico, Carbonato sódico, Fosfato sódico, Hidróxido potásico, Hidróxido sódico, Hipoclorito sódico y Silicato sódico

1. **Manifestaciones De La Fase Aguda**
2. **Síntomas locales:**

Son consecuencia del contacto de diferentes partes del organismo con el producto.

* **Orofaringe:** [Lesiones eritematosas](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0508f.jsp), [dolorosas a la deglución](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0508f.jsp) y [a nivel retroesternal](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0508f.jsp). Hay lesiones de quemadura a nivel de epíglotis, cuerdas vocales, lengua, carrillos y labios. Son superficiales y la mucosa aparece de color blanquecino o eritematoso que sangra con facilidad. Los síntomas guía son: [hipersialorrea](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0508f.jsp) que denota una lesión en la faringe y/o esófago, estridor, y afonía (si existe lesión en epiglotis o laringe).
* **Piel:** puede haber quemaduras en [tórax](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0508f.jsp). La piel presenta eritema y edema. Posteriormente aparecen vesículas y en caso de ácidos fuertes puede dar [**ulceración cutánea**](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0511b.jsp) **que puede llegar hasta el hueso.**
* **Abdomen:** de manifestación variable, desde una molestia inespecífica (epigastralgia, pirosis) a un [verdadero peritonismo](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0508f.jsp) acompañado de [vómitos](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0508a.jsp). El dolor localizado en epigastrio suele corresponder a lesiones limitadas al tubo digestivo. Cuando hay peritonismo muy probablemente las lesiones son profundas, con frecuente perforación. El abdomen puede ser inespecífico si existe una fuerte repercusión del estado general, con [deterioro de conciencia](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0503a.jsp).
* **Aparato respiratorio:** la aspiración de vapores produce la obstrucción alta con disnea y estridor, lesión irritativa bronquial (bronquiolitis tóxica), [broncoespasmo](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0501d.jsp), neumonitis aspirativa y en ocasiones [edema pulmonar](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0501b.jsp) por lesión alveolo-capilar. La disnea traduce lesión en epiglotis, laringe, tráquea, bronquios y/o pulmón. La neumonía aspirativa es debida a la ingesta de cáusticos que desprenden fácilmente vapores (ej. Amoníaco, formol, ácido fluorhídrico o por aspiración del vómito...) El dolor torácico o a nivel dorsal ocurre por mediastinitis.

1. **Síntomas Generales:**

Es variable, desde su ausencia hasta un estado de gravedad extrema con fracaso multiorgánico . Depende de la cantidad ingerida y del tiempo transcurrido.

* [**Shock**](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0502f.jsp)**:** presente en el 89% de los pacientes que ingieren más de 200 ml de cáustico fuerte. Inicialmente es de tipo hipovolémico.
* [**Acidosis metabólica**](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0507c.jsp)**:** la presentan el 90% de las intoxicaciónes graves. Es un dato **precoz y reflejo de la intensidad de las lesiones.**
* [**Hemólisis**](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0515b.jsp)**:** aparece en el 80% de las ingestiones importantes.
* **Anemia:** es frecuente y un criterio de gravedad. La presentan el 50% de las intoxicaciones graves. Su causa es doble: por hemorragias a causa de la destrucción vascular y como consecuencia de la [hemólisis](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0515b.jsp).
* [**Insuficiencia renal**](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0509a.jsp)**:** es consecuencia del shock y de la hemólisis.
* [**Insuficiencia respiratoria**](http://www.viasalus.com/vs/B2P/cn/toxi/pages/t/05/t0501b.jsp)**:** secundaria a la inhalación de los vapores que desprende el propio producto y al distress propio del fallo multiorgánico que pueda desarrollarse.

1. A medio plazo, durante las 3 primeras semanas, es donde se da la mayor mortalidad y morbilidad.

La mayoría de los pacientes que fallecen en este tiempo lo hacen como consecuencia de las complicaciones de la evolución espontánea o de las complicaciones quirúrgicas:

1. **Manifestaciones De La Fase Subaguda**
2. Hemorragias agudas digestivas.
3. Abscesos.
4. Hemorragias mediastínicas
5. Fístulas digestivas
6. Sepsis
7. Fistulas esófagobronquiales
8. Mediastinitos
9. Pericarditis
10. Fallos de sutura

Las complicaciones respiratorias son también propias de estas fase y una causa frecuente también de fallecimiento por:

* Sobreinfección pulmonar
* Hemotórax
* SDRA
* Fístulas digestivas
* Derrame pleural
* Fístulas esófagobronquiales
* Fístulas esófagopleurales
* Fístulas pleurales

Las estenosis digestivas se inician en esta fase.

A más largo plazo son más raros los fallecimientos directamente relacionados con el tóxico.

1. **Manifestaciones Tardías**
2. **Estenosis (**[**foto**](javascript:openWinNew('../../../graphics/fi01.jpg',340,420))**):** Es la complicación más temida de la fase tardía. Se inicia entre la 3ª y 8ª semanas, como una disfagia progresiva que lleva a un déficit nutricional intenso. Se localiza en las zonas de enlentecimiento del tránsito (zona glosoepiglótica, cardias y píloro). Guarda relación con el grado de quemadura. Lo presentan el 16 % de las quemaduras de 2º grado y el 100 % de las de tercero. Tiene una difícil solución, con complejas y repetidas intervenciones, siendo la prevención asimismo difícil.
3. **Malignización:** es una complicación tardía. Su incidencia es del 3 % y se presentan al cabo de 50 años. El antecedente de intoxicación cáustica aumenta en 1.000 veces la probabilidad de desarrollar cáncer. En la mayoría de los casos se trata de **carcinomas de células escamosas.**
4. **Mucocele:** Es un quiste mucoso que aparece cuando se ha practicado la gastrectomía y en segundo tiempo la plastia de colon entre el esófago cervical y el duodeno. Su incidencia ronda el 50%, de modo que puede representar una contraindicación en la conservación del esófago lesionado. Cuando su diámetro supera los 5 cm. da signos de compresión que requerirán la resección quirúrgica.

**TÓXICOS VOLÁTILES**

Se denominan ***tóxicos gaseosos*** a todas aquellas sustancias que a temperatura ambiente se encuentran en estado gaseoso. Ello determina el medio en que preferentemente se encuentran (aire), así como su vía de ingreso más importante (pulmones). Se consideran como tales al CO, HCN, SH2, AsH3, SbH3 , NH3, Cl2, Br2.

Se denominan ***tóxicos volátiles*** a todas aquellas sustancias que independientemente de su estado físico pueden separarse del material que las contiene a través de los siguientes métodos: destilación simple destilación por arrastre con vapor, microdifusión, espacio cabeza Comprenden, entre otros, compuestos tales como alcoholes primarios, aldehídos, cetonas, fenoles y solventes orgánicos como éter, cloroformo, tetracloruro de carbono, etc.

Es necesario tener en cuenta que los tóxicos volátiles al ingresar al organismo pueden sufrir una serie de modificaciones en su estructura de manera tal que, dichas sustancias pueden convertirse en metabolitos atóxicos o bien aumentar notablemente su toxicidad.

En los casos de Intoxicaciones, para realizar la correspondiente investigación se emplea una alícuota acorde con el volumen total de la muestra recogida. En muestras destinadas a la peritación, generalmente se utiliza un octavo de la cantidad total de la muestra disponible. En las pericias se emplean vómitos, restos de medicamentos, alimentos, vísceras (estómago, hígado, bazo, riñones, cerebro), sangre u orina. Se procede entonces a tomar una porción reducida de ellos sobre la que se efectúan reacciones preliminares con papeles reactivos previo al aislamiento del o de los tóxicos, tratando de analizar la sección del tracto digestivo donde presumiblemente, se encuentre la mayor concentración de los sustancias de interés.

* 1. Las condiciones de recolección de las muestras deben contemplar no utilizar alcohol como antiséptico local ni otras soluciones constituidas por sustancias reductoras que puedan interferir en la determinación posterior. Se recomienda usar solución jabonosa o solución acuosa de bicloruro de mercurio 0.5%.

La conservación de las muestras requiere el empleo de recipientes de plástico con tapa hermética (no usar tapones de goma) conteniendo 2- 5 mg de fluoruro de sodio (anticoagulante y conservador) o bien oxalato y citrato. Asimismo, se deben realizar rápidamente las determinaciones o en su defecto, someter a las mismas a un almacenamiento refrigerado a 4ºC, sellando el recipiente y se deben tener contramuestras.

Es importante el aislamiento de dichos compuestos separables del material que lo contienen a través de los distintos métodos citados previamente, los cuales se desarrollarán a continuación. Posteriormente al aislamiento, se realiza la cuantificación de las sustancias en estudio mediante el empleo de diversas metodologías como cromatografía gaseosa (CG), cromatografía gaseosa de alta resolución (HRCG) con empleo de columnas capilares, métodos enzimáticos, métodos acoplados, etc.

* 1. **Investigación**
  2. **Destilación**

1. **Alteración de la motilidad digestiva:** con frecuencia aparecen transtornos en la motilidad digestiva y de reflujo gastroesofágico. Se han descrito asimismo trastornos de aclorhidria secundaria.

A través de la destilación simple y fraccionada pueden separarse sustancias volátiles de mezclas homogéneas. Pueden separarse sustancias solubles en el medio en que se encuentran, generalmente. acuoso (tejido, orina, sangre, etc.). La destilación simple presenta aplicación limitada debido a que los puntos de ebullición de las sustancias a separar deben diferir en a lo menos, 30ºC y por otra parte, se requiere una cantidad de muestra considerable. En cambio, a través de la destilación fraccionada pueden separarse sustancias cuyos puntos de ebullición se encuentren más cercanos.

En Toxicología una técnica muy apropiada es la destilación con arrastre por vapor dado que proporciona varias ventajas con respecto a las anteriores. Es de suma importancia en el caso en que sea necesario separar una pequeña porción de un compuesto débilmente volátil de un material no volátil. Como técnica, puede ser directa o indirecta. En el caso de la destilación con arrastre por vapor directa, el vapor de agua se genera en el mismo recipiente que contiene la muestra, mientras que en la indirecta el vapor se genera en un recipiente y se hace burbujear en otro que contiene la muestra con el material biológico (por ejemplo, vísceras). Se recomienda el empleo de la destilación indirecta en el caso en que puedan registrarse proyecciones o carbonización de la muestra.

**METALES PESADOS**

* **Arsénico**

**Propiedades y Estado Natural**

Químicamente el arsénico se encuentra entre los metales y los no metales. Sus propiedades responden a su situación dentro del grupo al que pertenece (nitrógeno, fósforo, arsénico, antimonio y bismuto). El arsénico ocupa el lugar 52 en abundancia entre los elementos naturales de la corteza terrestre. Cuando se calienta, se sublima, pasando directamente de sólido a gas a 613 °C. Una de las formas más comunes del arsénico es gris, de apariencia metálica y tiene una densidad relativa de 5,7. Existe también una forma amarilla no metálica con una densidad relativa de 2,0. La masa atómica del arsénico es 74,92.

El arsénico se conoce desde la antigüedad. El elemento puro puede prepararse fácilmente calentando un mineral común llamado arsenopirita (FeAsS). Otros minerales comunes son el rejalgar (As2S2); el oropimente (As2S3); y el trióxido de arsénico (As2O3). El elemento puro se encuentra en la naturaleza ocasionalmente. El arsénico sustituye con frecuencia a algún azufre en los sulfuros, que son las menas principales de muchos de los metales pesados. Cuando se calcinan esos minerales, el arsénico se sublima y se obtiene como subproducto en forma de polvo en los tubos de la caldera.

**Aplicaciones**

El arsénico se usa en grandes cantidades en la fabricación de vidrio para eliminar el color verde causado por las impurezas de compuestos de hierro. Una carga típica en un horno de vidrio contiene un 0,5 % de trióxido de arsénico. A veces se añade al plomo para endurecerlo, y también se usa en la fabricación de gases venenosos militares como la lewisita y la adamsita. Hasta la introducción de la penicilina, el arsénico era muy importante en el tratamiento de la sífilis. En otros usos médicos ha sido desplazado por las sulfamidas o los antibióticos. Los arseniatos de plomo y calcio se usan frecuentemente como insecticidas. Ciertos compuestos de arsénico, como el arseniuro de galio (GaAs), se utilizan como semiconductores. El GaAs se usa también como láser. El disulfuro de arsénico (As2S2), conocido también como oropimente rojo y rubí arsénico, se usa como pigmento en la fabricación de fuegos artificiales y pinturas.

El arsénico es venenoso en dosis significativamente mayores a 65 mg, y el envenenamiento puede producirse por una única dosis alta, pero también por acumulación progresiva de pequeñas dosis repetidas, como, por ejemplo, la inhalación de gases o polvo de arsénico. Por otra parte, algunas personas, en concreto los que ingieren arsénico en las montañas del sur de Austria, han descubierto que el arsénico tiene un efecto tónico, y han desarrollado cierta tolerancia hacia él que les permite ingerir cada día una cantidad que normalmente sería una dosis fatal. Sin embargo, esta tolerancia no les protege contra la misma cantidad de arsénico administrada hipodérmicamente.

A menudo es importante contar con un test fiable que detecte la presencia de cantidades pequeñas de arsénico, porque el arsénico, aun siendo un veneno violento, es ampliamente usado y, por tanto, es un contaminante muy difundido. La prueba de Marsh, llamado así por su inventor, el químico inglés James Marsh, proporciona un método simple para detectar trazas de arsénico tan mínimas que no podrían descubrirse con un análisis ordinario. La sustancia a analizar se coloca en un generador de hidrógeno, y el arsénico presente se convierte en arsenamina (AsH3), que se mezcla con el hidrógeno. Si el flujo de hidrógeno se calienta mientras pasa por un tubo de vidrio, la arsenamina se descompone, y el arsénico metálico se deposita en el tubo. Cantidades mínimas producen una mancha apreciable. Utilizando la prueba de Marsh se pueden detectar cantidades tan mínimas como 0,1 mg de arsénico o de antimonio.

**Efectos Tóxicos Del Arsénico**

El Arsénico es uno de los más toxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de Arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al Arsénico a través de la comida, agua y aire.

La exposición puede también ocurrir a través del contacto con la piel con suelo o agua que contenga Arsérnico. Los niveles de Arsérnico en la comida son bastante bajos, no es añadido debido a su toxicidad, pero los niveles de Arsénico en peces y mariscos puede ser alta, porque los peces absorben Arsénico del agua donde viven. Por suerte esto esta es mayormente la forma de Arsénico orgánico menos dañina, pero peces que contienen suginificantes cantidades de Arsénico inorgánico pueden ser un peligro para la salud humana.

La exposición al Arsénico puede ser más alta para la gente que trabaja con Arsénico, para gente que bebe significantes cantidades de vino, para gente que vive en casas que contienen conservantes de la madera y gente que viven en granjas donde el Arsénico de los pesticidas ha sido aplicados en el pasado.

La exposición al Arsénico inorgánico puede causar varios efectos sobre la salud, como es irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel, e irritación de los pulmones. Es sugerido que la toma de significantes cantidades de Arsénico inorgánico puede intensificar las posibilidades de desarrollar cáncer, especialmente las posibilidades de desarrollo de cáncer de piel, pulmón, hígado, linfa.  A exposiciones muy altas de Arsénico inorgánico puede causar infertilidad y abortos en mujeres, puede causar perturbación de la piel, pérdida de la resistencia a infecciones, perturbación en el corazón y daño del cerebro tanto en hombres como en mujeres. Finalmente, el Arsénico inorgánico puede dañar el ADN. El Arsénico orgánico no puede causar cáncer, ni tampoco daño al ADN. Pero exposiciones a dosis elevadas puede causar ciertos efectos sobre la salud humana, como es lesión de nervios y dolores de estómago.

Es más peligroso que el plomo, aunque la intoxicación es menos frecuente. Estas pueden tener un origen profesional u homicida. La ingestión de una dosis superior a la letal puede producir, durante las primeras doce horas, vómitos de aspecto blanquecino que luego pueden hacerse biliosos y sanguinolentos.

Se acompaña de irritación intensa con dolores en la faringe y epigastrio y sensación de quemadura local. Así mismo, suele presentarse diarrea, que al principio es fecaloide y después coleriforme, con deposiciones muy frecuentes, de aspecto riciformes, por la presencia de grumos de mucus coagulado, muy característicos. A estas diarreas riciformes le siguen deposiciones sanguinolentas. La pérdida de líquidos y sales produce sed intensa y calambres musculares, luego hipotensión arterial marcada, shock, con piel cianótica sudorosa y fría, depresión respiratoria, convulsiones por anoxia y finalmente coma. La muerte generalmente es causada por el shock. Si no ocurre dentro de las primeras 24 horas pueden aparecer ictericia (por lesión del hepatocito), oligoanuria y otras manifestaciones de compromiso multiparenquimatoso. Con dosis subletales hay náuseas, vómitos, diarreas, calambres musculares y polineuritis. A veces hay ambliopía y amaurosis por neuritis óptica. Puede observarse también encefalopatía con cefaleas, confusión mental, convulsiones, coma y muerte que puede sobrevenir en semanas. La intoxicación con arsénico puede asimismo ser causa de hepatosis graves con ictericia y hemorragias, glomerulonefritis y miocarditis. En la piel se observa ocasionalmente exantemas escarlatiniformes o morbiliformes.

**Sintomatología**

Los síndromes descritos se pueden combinar en un mismo enfermo determinando distintas formas clínicas: cardiorrenal, cardiogastrointestinal, encefalopática-polineurítica. La inhalación de polvos arsenicales puede ocasionar tos violenta (por irritación pulmonar), con expectoración espumosa y sanguinolenta, disnea, cianosis y edema agudo de pulmón.

La intoxicación crónica de arsénico se caracteriza por la manifestación de malestar general, astenia, adelgazamiento, mialgias y artralgias, cólicos y diarreas. La piel puede presentar exantemas y en casos severos dermatitis exfoliativas, los párpados inferiores se vuelven edematosos. Aparecen polineuropatías periféricas en miembros inferiores y esporádicamente temblores y fasciculaciones musculares. A veces la mano adopta la actitud "en garra". En algunos casos iatrogénicos o de intoxicación por dosis mínimas y reiteradas.

* **Plomo**

Elemento químico, Pb, número atómico 82 y peso atómico 207.19. El plomo es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 s 16ºC (61ºF)), de color azuloso, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad, se funde a 327.4ºC (621.3ºF) y hierve a 1725ºC (3164ºF). Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico. Pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico. El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. El plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos.

Industrialmente, sus compuestos más importantes son los óxidos de plomo y el tetraetilo de plomo. El plomo forma aleaciones con muchos metales y, en general, se emplea en esta forma en la mayor parte de sus aplicaciones. Todas las aleaciones formadas con estaño, cobre, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio y sodio tienen importancia industrial.

  Los compuestos del plomo son tóxicos y han producido envenenamiento de trabajadores por su uso inadecuado y por una exposición excesiva a los mismos. Sin embargo, en la actualidad el envenenamiento por plomo es raro en virtud e la aplicación industrial de controles modernos, tanto de higiene como relacionados con la ingeniería. El mayor peligro proviene de la inhalación de vapor o de polvo. En el caso de los compuestos organoplúmbicos, la absorción a través de la piel puede llegar a ser significativa. Algunos de los síntomas de envenenamiento por plomo son dolores de cabeza, vértigo e insomnio. En los casos agudos, por lo común se presenta estupor, el cual progresa hasta el coma y termina en la muerte. El control médico de los empleados que se encuentren relacionados con el uso de plomo comprende pruebas clínicas de los niveles de este elemento en la sangre y en la orina. Con un control de este tipo y la aplicación apropiada de control de ingeniería, el envenenamiento industrial causado por el plomo puede evitarse por completo.

  El plomo rara vez se encuentra en su estado elemental, el mineral más común es el sulfuro, la galeana, los otros minerales de importancia comercial son el carbonato, cerusita, y el sulfato, anglesita, que son mucho más raros. También se encuentra plomo en varios minerales de uranio y de torio, ya que proviene directamente de la desintegración radiactiva (decaimiento radiactivo). Los minerales comerciales pueden contener tan poco plomo como el 3%, pero lo más común es un contenido de poco más o menos el 10%. Los minerales se concentran hasta alcanzar un contenido de plomo de 40% o más antes de fundirse.

  El uso más amplio del plomo, como tal, se encuentra en la fabricación de acumuladores. Otras aplicaciones importantes son la fabricación de tetraetilplomo, forros para cables, elementos de construcción, pigmentos, soldadura suave y municiones.

  Se están desarrollando compuestos organoplúmbicos para aplicaciones como son la de catalizadores en la fabricación de espuma de poliuretano, tóxicos para las pinturas navales con el fin de inhibir la incrustación en los cascos, agentes biocidas contra las bacterias grampositivas, protección de la madera contra el ataque de los barrenillos y hongos marinos, preservadores para el algodón contra la descomposición y el moho, agentes molusquicidas, agentes antihelmínticos, agentes reductores del desgaste en los lubricantes e inhibidores de la corrosión para el acero.

  Merced a su excelente resistencia a la corrosión, el plomo encuentra un amplio uso en la construcción, en particular en la industria química. Es resistente al ataque por parte de muchos ácidos, porque forma su propio revestimiento protector de óxido. Como consecuencia de esta característica ventajosa, el plomo se utiliza mucho en la fabricación y el manejo del ácido sulfúrico.

Durante mucho tiempo se ha empleado el plomo como pantalla protectora para las máquinas de rayos X. En virtud de las aplicaciones cada vez más amplias de la energía atómica, se han vuelto cada vez más importantes las aplicaciones del plomo como blindaje contra la radiación.

Su utilización como forro para cables de teléfono y de televisión sigue siendo una forma de empleo adecuada para el plomo. La ductilidad única del plomo lo hace particularmente apropiado para esta aplicación, porque puede estirarse para formar un forro continuo alrededor de los conductores internos.

El uso del plomo en pigmentos ha sido muy importante, pero está decreciendo en volumen. El pigmento que se utiliza más, en que interviene este elemento, es el blanco de plomo 2PbCO3.Pb(OH)2; otros pigmentos importantes son el sulfato básico de plomo y los cromatos de plomo.

Se utilizan una gran variedad e compuestos de plomo, como los silicatos, los carbonatos y sales de ácidos orgánicos, como estabilizadores contra el calor y la luz para los plásticos de cloruro de polivinilo. Se usan silicatos de plomo para la fabricación de fritas de vidrio y de cerámica, las que resultan útiles para introducir plomo en los acabados del vidrio y de la cerámica. El azuro de plomo, Pb(N3)2, es el detonador estándar par los explosivos. Los arsenatos de plomo se emplean en grandes cantidades como insecticidas para la protección de los cultivos. El litargirio (óxido de plomo) se emplea mucho para mejorar las propiedades magnéticas de los imanes de cerámica de ferrita de bario.

Asimismo, una mezcla calcinada de zirconato de plomo y de titanato de plomo, conocida como PZT, está ampliando su mercado como un material piezoeléctrico.

**Efectos Tóxicos Del Plomo**

El Plomo es un metal blando que ha sido conocido a través de los años por muchas aplicaciones. Este ha sido usado ampliamente desde el 5000 antes de Cristo para aplicaciones en productos metálicos, cables y tuberías, pero también en pinturas y pesticidas. El plomo es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede entrar en el cuerpo humano a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%).

Las comidas como fruta, vegetales, carnes, granos, mariscos, refrescos y vino pueden contener cantidades significantes de Plomo. El humo de los cigarros también contiene pequeñas cantidades de plomo.

El Plomo puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Este es el porqué de los sistemas de tratamiento de aguas públicas son ahora requeridos llevar a cabo un ajuste de pH en agua que sirve para el uso del agua potable. Que nosotros sepamos, el Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua.

El Plomo puede causar varios efectos no deseados, como son:

* Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia
* Incremento de la presión sanguínea
* Daño a los riñones
* Abortos y abortos sutíles
* Perturbación del sistema nervioso
* Daño al cerebro
* Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma
* Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños
* Perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad.
* El Plomo puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre. Debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso y al cerebro de los niños por nacer.

El Plomo ocurre de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones que son encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas.

Debido a la aplicación del plomo en gasolinas un ciclo no natural del Plomo tiene lugar. En los motores de los coches el Plomo es quemado, eso genera sales de Plomo (cloruros, bromuros, óxidos) se originarán.

Estas sales de Plomo entran en el ambiente a través de los tubos de escape de los coches. Las partículas grandes precipitarán en el suelo o la superfice de aguas, las pequeñas partículas viajarán largas distancias a través del aire y permanecerán en la atmósfera. Parte de este Plomo caerá de nuevo sobre la tierra cuando llueva. Este ciclo del Plomo causado por la producción humana está mucho más extendido que el ciclo natural del plomo. Este ha causad contaminación por Plomo haciéndolo en un tema mundial no sólo la gasolina con Plomo causa concentración de Plomo en el ambientel. Otras actividades humanas, como la combustión del petróleo, procesos industriales, combustión de residuos sólidos, también contribuyen.

El Plomo puede terminar en el agua y suelos a través de la corrosión de las tuberías de Plomo en los sistemas de transportes y a través de la corrosión de pinturas que contienen Plomo. No puede ser roto, pero puede convertirse en otros compuestos.

El Plomo se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y organismos del suelo. Estos experimentarán efectos en su salud por envenenamiento por Plomo. Los efectos sobre la salud de los crustáceos puede tener lugar incluso cuando sólo hay pequeñas concentraciones de Plomo presente.

Las funciones en el fitoplancton pueden ser perturbados cuando interfiere con el Plomo. El fitoplancton es una fuente importante de producción de oxígeno en mares y muchos grandes animales marinos lo comen. Este es el porqué nosotros ahora empezamos a preguntarnos si la contaminación por Plomo puede influir en los balances globales. Las funciones del suelo son perturbadas por la intervención del Plomo, especialmente cerca de las autopistas y tierras de cultivos, donde concentraciones extremas pueden estar presente. Los organismos del suelo también sufren envenenamiento por Plomo.

El Plomo es un elemento químico particularmente peligroso, y se puede acumular en organismos individuales, pero también entrar en las cadenas alimenticias.

* **Mercurio**

El mercurio es un metal pesado y su presencia en el cuerpo humano resulta tóxica a partir de ciertos niveles críticos que dependen fundamentalmente, de un conocimiento de las relaciones dosis-efecto y dosis-respuesta. Asimismo, depende del conocimiento de las variaciones en la exposición, absorción, metabolización y excreción en cualquier situación dada.

El mercurio es un metal ampliamente distribuido en el medio ambiente debido a las emisiones naturales y a su utilización por el hombre desde la edad antigua. En el medio ambiente se puede encontrar como mercurio metálico, formando parte de una sal inorgánica o como un compuesto organomercurial. La presencia de una u otra forma depende de diversos factores, y además tanto en el medio ambiente como en el organismo se pueden transformar unas en otras mediante reacciones de óxido-reducción y de metilación, reacciones en las que pueden intervenir algunos microorganismos.

El mercurio inorgánico se usa ampliamente en plantas de cloro-soda, refinación de metales preciosos, fabricación o reparación de instrumentos electrónicos, termómetros, y como componente común de la amalgama odontológica. Como vapor elemental, a concentraciones altas, el mercurio es bien reconocido por sus efectos agudos, tales como opresión torácica, dificultad para respirar, tos e inflamación de las encías y la boca. A niveles más bajos efectos agudos se manifiestan por daño renal, neuropatía periférica, gingivitis, sabor metálico en la boca, insomnio, irritabilidad, pérdida de peso, trastornos de memoria, cambios de la personalidad, tales como enojo, labilidad emocional, timidez, indecisión.

* **Cromo**

Elemento químico, símbolo Cr, número atómico 24, peso atómico 51.996; metal que es de color blanco plateado, duro y quebradizo. Sin embargo, es relativamente suave y dúctil cuando no está tensionado o cuando está muy puro. Sus principales usos son la producción de aleaciones anticorrosivas de gran dureza y resistentes al calor y como recubrimiento para galvanizados. El cromo elemental no se encuentra en la naturaleza. Su mineral más importante por abundancia es la cromita. Es de interés geoquímico el hecho de que se encuentre 0.47% de Cr2O3 en el basalto de la Luna, proporción que es de 3-20 veces mayor que el mismo espécimen terrestre.

Existen cuatro isótopos naturales del cromo, 50Cr, 52Cr, 53Cr, 54Cr, Se han producido diversos isótopos inestables mediante reacciones radioquímicas. El más importante es el 51Cr, el cual emite rayos gamma débiles y tiene un tiempo de vida media aproximadamente de 27 días. El cromo galvanizado y pulido es de color blanco azuloso brillante. Su poder reflejante es 77% del de la plata. [http://www.monografias.com/images04/trans.gif](http://www.monografias.com/)

Sus propiedades mecánicas, incluyendo su dureza y la resistencia a la tensión, determinan la capacidad de utilización. El cromo tiene una capacidad relativa baja de forjado, enrollamiento y propiedades de manejo. Sin embargo, cuando se encuentra absolutamente libre de [oxígeno](http://www.lenntech.com/espanol/tabla-peiodica/O.htm), [hidrógeno](http://www.lenntech.com/espanol/tabla-peiodica/H.htm), [carbono](http://www.lenntech.com/espanol/tabla-peiodica/C.htm) y [nitrógeno](http://www.lenntech.com/espanol/tabla-peiodica/N.htm) es muy dúctil y puede ser forjado y manejado. Es difícil de almacenarlo libre de estos elementos.

El cromo forma tres series de compuestos con otros elementos; éstos se representan en términos de los óxidos de cromo: cromo con valencia dos, CrO, óxido de Cr(II) u óxido cromoso; con valencia tres, Cr2O3, óxido de Cr(III) u óxido crómico, y con valencia seis, CrO3, anhídrido de Cr(VI) o anhídrido de ácido crómico. El cromo es capaz de formar compuestos con otros elementos en estados de oxidación (II), (III) y (VI).

Se conocen también los peróxidos, ácido percrómico y percromatos. Los halogenuros (fluoruro, cloruro, yoduro y bromuro) de cromo son compuestos bastante comunes de este metal. El cloruro, por ejemplo, se utiliza en la producción de cromo metálico mediante la reducción del cloruro cromoso, CrCl2, con hidrógeno.

**Efectos del Cromo sobre la salud**

La gente puede estar expuesta al Cromo a través de respirarlo, comerlo o beberlo y a través del contacto con la piel con Cromo o compuestos del Cromo. El nivel de Cromo en el aire y el agua es generalmente bajo. En agua para beber el nivel de Cromo es usualmente bajo como en el agua de pozo, pero el agua de pozo contaminada puede contener el peligroso Cromo (VI); Cromo hexavalente. Para la mayoría de la gente que come comida que contiene Cromo III es la mayor ruta de entrada de Cromo, como Cromo III ocurre naturalmente en muchos vegetales, frutas, carnes, levaduras y granos. Varias maneras de preparación de la comida y almacenaje pueden alterar el contenido de Cromo en la comida. Cuando la comida es almacenada en tanques de acero o latas las concentraciones de Cromo pueden aumentar. El Cromo III es un nutriente esencial para los humanos y la falta de este puede causar condiciones del corazón, transtornos metabólicos y diabetes. Pero la toma de mucho Cromo III puede causar efectos sobre la salud también, por ejemplo erupciones cutáneas.

El Cromo (VI) es un peligro para la salud de los humanos, mayoritariamente para la gente que trabaja en la industria del acero y textil. La gente que fuma tabaco también puede tener un alto grado de exposición al Cromo. El Cromo (VI) es conocido porque causa varios efectos sobre la salud. Cuando es un compuesto en los productos de la piel, puede causar reacciones alérgicas, como es erupciones cutáneas. Después de ser respirado el Cromo (VI) puede causar irritación del nariz y sangrado de la nariz. Otros problemas de salud que son causado por el Cromo (VI) son;

* Erupciones cutáneas
* Malestar de estómago y úlceras
* Problemas respiratorios
* Debilitamiento del sistema inmune
* Daño en los riñones e hígado
* Alteración del material genético
* Cáncer de pulmón
* Muerte

**Efectos Tóxicos Del Cromo**

Hay varias clases diferentes de Cromo que difieren de sus efectos sobre los organismos. El Cromo entra en el aire, agua y suelo en forma de Cromo (III) y Cromo (VI) a través de procesos naturales y actividades humanas.

Las mayores actividades humanas que incrementan las concentraciones de Cromo (III) son el acero, las peleterias y las industrias textiles, pintura electrica y otras aplicaciones industriales del Cromo (VI). Estas aplicaciones incrementarán las concentraciones del Cromo en agua. A través de la combustión del carbón el Cromo será también emitido al agua y eventualmente se disolverá.

El Cromo (III) es un elementos esencial para organismos que puede interferir en el metabolismo del azúcar y causar problemas de corazón, cuando la dosis es muy baja. El Cromo (VI) es mayoritariamente tóxico para los organismo. Este puede alterar el material genético y causar cáncer.

Los cultivos contienen sistemas para gestionar la toma de Cromo para que está sea lo suficientemente baja como para no causar cáncer. Pero cuando la cantidad de Cromo en el suelo aumenta, esto puede aumentar las concentraciones en los cultivos. La acidificación del suelo puede también influir en la captación de Cromo por los cultivos. Las plantas usualmente absorben sólo Cromo (III). Esta clase de Cromo probablemente es esencial, pero cuando las concentraciones exceden cierto valor, efectos negativos pueden ocurrir.

No es conocido que el Cromo se acumule en los peces, pero altas concentraciones de Cromo, debido a la disponibilidad de metales en las aguas superficiales, pueden dañar las agallas de los peces que nadan cerca del punto de vertido. En animales el Cromo puede causar problemas respiratorios, una baja disponibilidad puede dar lugar a contraer las enfermedades, defectos de nacimiento, infertilidad y formación de tumores.

**Cuadros Sinópticos**

**Cuadro Sinóptico De Los Tóxicos Cáusticos**

Para ver el gráfico seleccione la opción "Descargar" del menú superior

**Cuadro Sinóptico de los Tóxicos Volátiles**

 Para ver el gráfico seleccione la opción "Descargar" del menú superior

**Cuadro Sinóptico De Los Metales Pesados**

Para ver el gráfico seleccione la opción "Descargar" del menú superior

**BIBLIOGRAFÍA**

* Albert, Lilia A. Curso Básico de Toxicología Ambiental / Lilia A. Albert. México:ECO OPS OMS,1988 - 311 p.
* Ariens, E.J. Introducción a la Toxicología / E.J. Ariens, P.A. Lehman y A.M. Simonis.-- México:Diana, 1978. -- 334 p.
* Bello Gutiérrez, José y López de Cerain Salsamendi, Adela. Fundamentos de ciencia toxicólogica/José Bello Gutiérrez y Adela López de Cerain Salsamendi -- Madrid:Ediciones Díaz de Santos S. A., 2001 -- 349 p.
* Casarett, Louis y Doull, John. Manual de Toxicología. La ciencia básica de los tóxicos / Louis J. Casarett y John Doull. -- 5a edic. -- México:Mac Graw-Hill Interamericana, 1999.
* Casarett, Louis y Doull, John. Toxicology. The basic science of poisons / Louis J. Casarett y John Doull. -- 3a edic. -- New York: MacMillan Publishing Company, 1986.
* Córdoba, Darío. Toxicología/Darío Córdoba et al.-- 4a ed. -- Bogota:Editorial El manual moderno S. A., 2000 -- 858 p.
* Fernicola, Nilda A.G.G. de Nociones Básicas de Toxicología / Nilda A.G.G. de Fernicola. -- México:ECO OPS OMS, 1985. -- 113 p.
* Lauwerys, Robert R. Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales/Robert R. Lauwerys -- 3a ed. -- Barcelona:Masson S.A., 1994 - 631 p.
* Ladron de Guevara, J. y Moya Pueyo V. Toxicología Médica Clínica y Laboral / J. Ladron de Guevara y V. Moya Pueyo. -- 1ra. edic. -- Madrid: Mc.Graw - Hill Interamericana de España. 1995 -- 785 p.
* Loomis, Ted A. Fundamentos de la Toxicología / Ted A. Loomis.--3a. Ed.-- Zaragoza: Acribia, 1982 -- 274 p
* Toledo Salgado, Paulo E. y Fernicola, Nilda A.G.G. de. Nociones Generales de Toxicología Ocupacional / Paulo E. Toledo Salgado y Nilda A.G.G. de Fernicola. -- México: ECO OPS OMS, 1989. -- 159 p.
* Valle Vega, Pedro. Toxicología de alimentos / Pedro Valle Vega. -- México; ECO OPS OMS,1986. -- 219 p.