

RESUMEN

Desde el inicio de la era industrial, la salud del trabajador, y de la población en general, se ha visto envuelta en una vorágine creciente de sustancias químicas. Los científicos han llamado la atención sobre la toxicidad de estos químicos. Su número creciente nos obliga a conocerlos mejor y a manejarlos con medidas preventivas para evitar accidentes por exposición ocupacional-**ambiental**.

La OMS aconseja “las autoridades locales deberían estar preparadas para tomar parte en el proceso de concienciación y preparación para accidentes químicos, incluyendo el intercambio de información con la comunidad y la industria local”, recomienda la participación de todas las entidades de salud incluyendo centros de información toxicológica y primeros respondedores, todos “deberían tener conocimientos básicos de toxicología para facilitar la atención de cualquier emergencia”.

Para enfrentar un evento toxicológico masivo en un primer nivel de atención es necesario conocer cómo actúan estos tóxicos y hablar el mismo lenguaje especializado.

El escrito presenta un resumen descriptivo de esta jerga que nos ayudará a ubicarnos y a manejar mejor un desastre.

PALABRAS CLAVE: TOXICOLOGÍA OCUPACIONAL **AMBIENTAL** **GLOSARIO**

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la era industrial la salud de los trabajadores se vio bruscamente expuesta a un gran número de sustancias químicas y cada año se incrementan al punto que un inventario realizado en los países desarrollados al final de los 90 contabiliza más de un millón de sustancias químicas de uso muy variado en la vida diaria y en el trabajo con un espectro que va de preservantes de alimentos a plaguicidas letales.

Desde Paracelso sabemos que todas las sustancias son tóxicas y que su toxicidad sólo depende de la cantidad que ingresa al organismo. Este supuesto nos obliga a conocer sus características para mejorar la prevención y el tratamiento de probables intoxicaciones. Timbrell hacia el final de los 90's llamó la atención sobre la toxicidad de toda sustancia química al sostener que "No hay sustancia química segura sino maneras seguras de usarlas".

Para que la humanidad reaccionara frente a esta avalancha, fue necesario que más de 100 000 personas muriesen en Bhopal, India 1 984, donde se fabricaba el insecticida Carbaril en cuyo proceso se usa nada menos que un cianuro, el Isocianato de metilo, que otros tantos miles de seres humanos quedasen enfermos de por vida, que los cánceres se disparasen sin control, sin contar el daño al medio ambiente. Otra catástrofe determinante fue Baia Mare, Rumania 2000, 100 000 m³ de agua del Río Tizsa contaminados con cianuro y metales pesados fugados de una represa para desechos mineros, el nivel de cianuro se elevó 700 veces más de lo “normal” a lo largo de 80 km del río, el agua potable de 2.5 millones de personas, se contaminó. El costo de limpieza se estimó en \$250 millones. El agravante en las catástrofes ambientales siempre es el componente de salud pública: la ciudad y los suburbios localizados hasta muchos cientos de kilómetros del epicentro, son cruda y severamente afectados.

La industria no se queda atrás y procesos otrora tan simples como la extracción de oro, se hace con métodos muy económicos pero usando cianuro en la lixiviación, aunque es cierto que la tecnología aporta sistemas sofisticados de protección para el trabajador y para el medio ambiente. Estos métodos se aplican ya desde los últimos años del s XX en la industria minera de nuestros países. La tecnología que usa químicos letales se complementa con equipos y personal especializado en mitigación y

contención de desastres para morigerar y combatir los aspectos toxicológicos negativos de estas actividades, con todo son todavía muy pocas las empresas preparadas para contrarrestar una catástrofe de magnitud si se presentase en o cerca a un núcleo urbano, que aunque nos cueste aceptarlo es el lugar preferido de la industria química entre nosotros.

Según el Programa Nacional de Toxicología del Servicio de Salud Pública de EE.UU. a 1 999 existían en ese país 80,000 sustancias químicas a las que sus habitantes podrían haber estado expuestos no sólo en la industria, sino también por alimentos, agua, aire y bienes de consumo, y en la actualidad pasan del millón y se supone que relativamente pocas de ellas representaban riesgo significativo para la salud humana a concentraciones de exposición, pero sus efectos sobre la salud aún hoy son poco conocidos. En 1 998 el inventario de químicos industriales en Europa registró 100 000 sustancias usadas para varios propósitos. De acuerdo con la Asociación de Industrias Químicas de la República Federal de Alemania alrededor de 4 600 sustancias son producidas en cantidades superiores a 10 000 toneladas anuales..

De ahí la importancia de preparar cuadros de toxicólogos y ambientalistas involucrados en el conocimiento y manejo de esta rama científica un poco aletargada entre nosotros. Sino, pregunto: cuántos de nos, gente de salud ocupacional conocemos de Protocolos o Procedimientos para manejar una intoxicación o evacuar al intoxicado a un Centro Toxicológico de Referencia. Cuántos de nosotros gente de salud laborando en minería o en la industria química podemos manejar un escape accidental de cloro o de cianuro en nuestras instalaciones laborales, cuántos.

La OMS/OPS aconseja que “las autoridades locales deberían estar preparadas para tomar parte en el proceso de concienciación y preparación para accidentes químicos, incluyendo el intercambio de información importante con la comunidad y la industria local.” Recomienda participen además de la industria, hospitales e instalaciones similares estatales y particulares, profesionales de salud, centros de información toxicológica y en general centros capacitados en atender emergencias químicas y, que todo el grupo participe en la atención de una emergencia química tenga conocimientos básicos de toxicología para facilitar las actividades de los profesionales que atiendan la emergencia, así como asegurar su propia protección frente a los efectos tóxicos que combata.

De Fernícola y Gajraj llaman la atención sobre el apremio de desarrollar acciones de capacitación para la mitigación y contención en accidentes, laborales o ambientales que destaquen los aspectos toxicológicos en las actividades formativas de nuestra gente de salud. La industria minera cuenta con equipos polivalentes de profesionales que consideran aspectos toxicológicos entre las actividades que desarrollan, pero aún son pocos para el grado de industrialización que ya tenemos.

Un primer paso es que, comenzando por los profesionales de salud y seguridad industrial tengan el conocimiento suficiente de estas emergencias laborales-ambientales y del lenguaje usado en su descripción y manejo para así estar preparados para enfrentar en campo un evento toxicológico masivo en un primer nivel de atención.

EMERGENCIA QUÍMICA LABORAL-AMBIENTAL

Una emergencia química laboral, definitivamente se va a convertir en una emergencia **ambiental**, tanto por la ubicación de la fábrica contaminante cuanto por la ubicuidad de los tóxicos, entonces podemos definir a la emergencia química laboral como “una amenaza súbita a la salud del trabajador, y secundariamente al medio ambiente y a salud pública, por liberación (actual o potencial) de sustancias químicas peligrosas al aire, tierra, o agua. Los agentes liberados pueden ser también de naturaleza física, como aceites (muchas veces petróleo tipo “Diesel”) o material radioactivo”. La Organización Mundial de la Salud, incluye en la definición incendio, explosión, fuga o liberación de sustancias tóxicas que pueden provocar enfermedad, lesión, invalidez o muerte a una gran cantidad de seres humanos en un determinado territorio.

Las emergencias en el trabajo pueden suceder por accidentes durante el transporte o durante el uso y

manipulación de materiales peligrosos, pero también como resultado de un desastre natural o antropogénico: terremoto o explosión terrorista. Aquí la emergencia tiene carácter de amenaza inmediata y de acuerdo a su magnitud puede ser localizada o masiva. Sus efectos pueden resultar en daño considerable no sólo actual sino también a largo plazo para la biota y el medio ambiente y es probable que el daño trascienda a nuestras generaciones.

Al igual que en seguridad industrial, tenemos también que plantearnos el concepto "Incidente", donde la exposición por la liberación del tóxico resulta sólo en posibilidad de emergencia o enfermedad.

CLASIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

Para valorar una emergencia laboral-**ambiental**, tenemos que conocer las propiedades químicas de las sustancias causantes. Para esto nada mejor que revisar brevemente su clasificación de la cual el siguiente es un enfoque general. Los químicos se pueden clasificar por:

1. SUS PROPIEDADES QUÍMICAS

- Explosivos
- Comburentes
- Inflamables:
 - Extremadamente inflamables
 - Fácilmente inflamables

2. SUS PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS:

- Muy tóxicos
- Tóxicos
- Nocivos
- Corrosivos
- Irritantes
- Sensibilizantes

3. SUS EFECTOS SOBRE SALUD

- Carcinogénicos
- Mutagénicos
- Tóxicos reproductivos

4. SU ACCIÓN MEDIOAMBIENTAL: ECOTÓXICOS

- **SEGÚN SU NATURALEZA:**
 - Orgánica,
 - Inorgánica.
- **SEGÚN SU PROCEDENCIA**
 - Urbana: productos vertidos al exterior al no ser directamente aprovechables provenientes en muchos casos del alcantarillado de fábricas
 - Industrial: productos o sustancias vertidos al exterior por la elaboración de bienes.
 - Naturales: productos formados a consecuencia de fenómenos meteorológicos como erupción volcánica, rayos que causan incendios con producción de dioxinas, o inundaciones que disuelven y arrastran metales pesados desde zonas mineras.
- **SEGÚN SU CARACTERÍSTICA BIODEGRADABLE**
 - Biodegradables o Tóxicos inestables
 - No Biodegradables o Tóxicos estables.

CLASIFICACIÓN DE LAS EMERGENCIAS QUÍMICAS

Por otro lado y homologando a la ciencia **ambiental** de la que no se pueden separar, a las emergencias laborales-ambientales con óptica salubrista las clasificamos por el tipo y la cantidad del tóxico involucrado; por su estado físico; por el dónde, el cuándo y el cómo ocurrió la fuga o escape; desde dónde se liberó el tóxico; por la extensión del área contaminada; por el número de trabajadores expuestos; por las vías de exposición o ingreso del tóxico al organismo o al ambiente y por último, por sus consecuencias para la salud laboral y general. De acuerdo a estas premisas podemos catalogar a las sustancias involucradas en:

- **Sustancias o Materiales Peligrosos:** explosivos; líquidos o sólidos inflamables; agentes oxidantes; sustancias tóxicas o corrosivas; sustancias aditivas; contaminantes y adulterantes por ejemplo los vertidos al agua potable o a las bebidas, alimentos, medicamentos o a bienes de consumo.
- **Por la cantidad de sustancia liberada** y sus propiedades tóxicas: tipo y cantidad de sustancia química liberada.
- **Por la Fuente y el Origen de su liberación:** los tóxicos pueden ser antropogénicos y naturales. En éstas últimas incluimos actividad volcánica, incendios, toxinas y venenos de origen animal, vegetal o microbiano.
- **Por el número y tipo de expuestos y afectados**, calculados en cuanto a muertes, lesionados y evacuados
- **Por la vía de exposición:** inhalación, contacto con la piel e ingestión, sin olvidar la penetración y la conjuntiva ocular.
- **Por los efectos sobre la salud** o sobre un sistema u órgano afectados: efecto carcinogénico, teratogénico, dermatológico, inmunológico, hepático, neurológico, neumológico u otro.
- **Productos radioactivos**, por no ser estrictamente sustancias químicas, no los consideramos en esta descripción.

MECANISMO DE ACCIÓN POR ÓRGANO TARGET

De acuerdo al órgano target la acción tóxica podemos individualizarla en: Neurotóxica, Nefrotóxica, Hepatotóxica, aquí brevemente los daños más conocidos:

TÓXICOS DEL SISTEMA RESPIRATORIO: NEUMOTÓXICOS

En Salud Ocupacional-**Ambiental**, el pulmón es el órgano que primero entra en contacto con los tóxicos volátiles lo que pueden dar lugar a las siguientes reacciones:

- **Asfixia**

El tóxico puede actuar de dos formas:

1. Desplazando el oxígeno sin reaccionar químicamente con él, tales el dióxido de carbono y el nitrógeno.
 2. Reaccionando químicamente con las moléculas de la sangre encargadas del transporte de oxígeno a los distintos órganos o alterando esta capacidad, como monóxido de carbono o ácido cianhídrico
- **Irritación:** Los gases como amoníaco, cloro, formaldehído, dióxido de azufre, pero también cualquier polvo que contenga metales como el cromo, condicionan una respuesta típica de irritación y a concentraciones altas constricción bronquial. Este espasmo de las vías aéreas limita la llegada del oxígeno a la sangre y entonces el pulmón no podrá satisfacer su demanda por lo que aparecerá disnea.

- **Edema o Enfisema pulmonar:** Son efectos sobre el sistema respiratorio causados por irritación de las células de los pulmones con liberación y acumulación consecuente de líquido en los espacios intersticiales.
- **Alergia:** Este efecto es en realidad un grupo especial de efectos adversos. El químico al interactuar con algunas proteínas forma complejos denominados antígenos que provocan la formación de anticuerpos. Exposición posterior al mismo químico produce una reacción entre los antígenos y los anticuerpos ya presentes, lo que a su vez conlleva una serie de efectos bioquímicos y fisiológicos, que pueden terminar en muerte.
- **Fibrosante**

La inhalación prolongada de polvos, humos o nieblas metálicas tiene efectos cicatriciales en los pulmones desencadenando las Neumoconiosis, de ellas las más conocidas son:

- Silicosis (polvo de sílice)
- Antracosis (polvo de carbón)
- Asbestosis (fibras de amianto, [asbesto])

TÓXICOS DEL TRACTO GASTROINTESTINAL Y LA PIEL

Cuando el tóxico ingresa por vía digestiva el gastrointestinal soporta el primer impacto. El daño causado depende del tipo del tóxico ingerido: los cáusticos, hidróxido de sodio, p. e., pueden causar quemaduras graves a las delicadas membranas del gastrointestinal.

La piel puede ser lesionada por una gran cantidad de tóxicos, inicialmente con el típico daño irritativo que de simple enrojecimiento e hinchazón-picazón puede llegar a edema y ampollas. El efecto disminuye o desaparece luego de terminar la exposición.

TÓXICOS DE LA SANGRE

Al ser absorbidos por cualquiera de las vías mencionadas los tóxicos alcanzan la sangre que los transporta a los distintos órganos. Algunos compuestos químicos son directamente tóxicos para la sangre o sus elementos, mientras que otros le producen cambios que provocan alteraciones en otros sistemas del organismo. Así el monóxido de carbono al ser inhalado se une a la hemoglobina produciendo carboxihemoglobina y ésta impide el transporte del oxígeno a los tejidos. En general cuando la concentración de una sustancia química o de sus productos de biotransformación alcanza niveles elevados en sangre ocurre intoxicación sistémica.

TÓXICOS DEL SISTEMA NERVIOSO: NEUROTÓXICOS

Los efectos tóxicos sobre el sistema nervioso se dividen de acuerdo al lugar donde el tóxico actúa primariamente:

- **Centrales:** afectan exclusiva o preferentemente al SNC como los opiáceos, depresores funcionales; los órgano-mercuriales y los órgano-metálicos que causan encefalopatía por lesión directa; o el CO y el HCN producen lesión indirecta por disminución del oxígeno en sangre al bloquearse su transporte.
- **Periféricos:** algunos insecticidas órgano-fosforados y numerosos solventes orgánicos causan polineuropatías, el plomo y el hexa-cloro-benceno producen desmielinización y por tanto neuritis.
- **Mixtos:** plomo, arsénico y solventes orgánicos causan neurotoxicidad: central cuando la exposición es aguda, y luego periférica cuando la exposición es crónica.

TERATOGENICIDAD

Luego que el óvulo es fertilizado su evolución natural es hacia la formación del feto por división de las dos células iniciales. Alrededor del día nueve en el ser humano comienza la diferenciación y migración celular a partir de células madre hacia las células finales de los diferentes órganos y sistemas, terminando sólo cuando el feto forma completamente su organismo. La acción dañina de los tóxicos en esta delicada cadena de formación-migración de células puede causar efectos muy graves sobre la descendencia. Estos daños no tienen carácter hereditario (mutagénico) y los llamamos teratogénicos. El ejemplo clásico de los años 60's es la Talidomida, tranquilizante entonces lanzado al mercado y que cuando fue ingerido durante el embarazo, produjo los conocidos efectos teratogénicos, principalmente focomelias.

SISTEMA REPRODUCTIVO

Otro de los sitios preferidos de acción de los tóxicos es el sistema reproductivo de hombres y mujeres. En el varón los tóxicos pueden reducir la producción de esperma o dañarla, y a nivel gonadal u hormonal en el complejo ciclo reproductivo humano pueden reducir la fertilidad, impedir el desarrollo del feto o producir partos prematuros por modificaciones fisiológicas y bioquímicas.

En toxicología reproductiva, la toxicidad del desarrollo ha sido bien estudiada e involucra los efectos de varias sustancias químicas en el desarrollo del embrión, esto durante el periodo de gestación. Posteriormente cuando neonato también puede recibir el tóxico a partir de la leche materna de la madre expuesta.

CARCINOGENICIDAD

Es la capacidad de un tóxico para producir cáncer. A estos tóxicos llamados cancerígenos los podemos hallar indistintamente en aire, agua, alimentos, productos de uso y consumo diario y aún en el suelo.

Del cáncer, uno de los mayores flagelos de la humanidad actual, comenzamos a verificar su incremento incontrolable con el auge de la segunda revolución industrial en que paralelamente el uso de químicos se generaliza.

El agravante del cáncer es que con pocas excepciones aún no se ha determinado su causa específica en el ser humano y sólo se ha llegado a describir "factores" contributivos para el aumento de su frecuencia en determinados grupos humanos. Dentro de estas consideraciones se ha establecido que entre 70% y 90% de los cánceres humanos tienen sustento **ambiental**, término de sentido tan amplio que abarca químicos usados en el hogar e industria y en la dieta, o procedentes de los hábitos personales nocivos como tabaco o recreativos como radiación solar.

GLOSARIO TOXICOLÓGICO

El **Glosario** toxicológico referido a continuación una lista incompleta, que duda cabe, de los términos de mayor uso y su importancia radica en que necesitamos conocer y estandarizar la terminología empleada en este campo pues una definición poco clara podría llevarnos a error.

ABSORCIÓN

La absorción tiene que ver con el ingreso mismo del tóxico al organismo, para ello debe atravesar barreras biológicas más o menos fuertes. Cuando se ingiere un tóxico puede ser absorbido a cualquier nivel del tracto gastrointestinal, aunque siempre la mayor absorción se da en el intestino delgado. De aquí pasa a la sangre por el sistema Porta para ser transportado al hígado. En estado de vapor o gas el

tóxico se absorbe por vía respiratoria con mayor rapidez y en muchos casos con un 100% de eficiencia. Cuando ingresa por contacto, la absorción depende entre otros factores de grosor y extensión de la piel contactada, de las características del tóxico y del tiempo de exposición.

ACCIDENTE LABORAL-AMBIENTAL

Accidente o emergencia química, laboral-**ambiental**, es el resultado de la liberación de una sustancia o sustancias peligrosas y riesgosas para la salud del trabajador, los seres vivos o el medio ambiente, a corto o largo plazo.

Catástrofes tan graves como los de Bhopal y Baia Mare, evidencian la necesidad de tomar conciencia de la gravedad de estos accidentes y de un mejor conocimiento de la toxicidad de los compuestos usados en la industria.

ACGIH AMERICAN CONFERENCE GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENIST

ONG científica americana que propone guías conocidas como BEIs y TLVs para uso en Salud Ocupacional e Higiene Industrial que son expresión de una posición científica y que aún sin tener consenso universal son aceptadas para valorar riesgos laborales por la comunidad científica y la mayoría de agencias internacionales especializadas.

ACUMULACIÓN

El organismo puede “manejar” un tóxico eliminando determinada cantidad de él, pero cuando la oferta es demasiado grande o el tóxico ingresa en un periodo corto, los mecanismos de defensa se saturan y la eliminación falla, entonces el tóxico se acumula. Por ejemplo: plomo y flúor pueden acumularse en los huesos; PCBs (Policlorurobifenilos) y el DDT en el tejido adiposo o el cadmio en el riñón.

ANSI

Siglas en inglés de American National Standards Institute, ONG dedicada a identificar las necesidades públicas e industriales de EE.UU., a dar normas de consenso nacional y coordinar su cumplimiento.

BEI (BIOLOGIC EXPOSURE INDICES)

Los BEIs, Índices Biológicos de Exposición, son guías para valorar los resultados de la supervisión biológica en trabajadores expuestos a tóxicos laborales.

Los BEIs representan los niveles biológicos que en el lugar de trabajo son más probables de observar en muestras biológicas de trabajadores expuestos a productos químicos tóxicos.

El BEI indica la concentración de una sustancia en el organismo debajo de la cual es probable que ningún trabajador experimente efectos adversos para su salud cuando se exponga a ella.

Los BEIs **no** han sido creados pensando en su uso como medida de los efectos nocivos o para el diagnóstico de la enfermedad ocupacional, pues hacerlo significaría usar al trabajador como conejillo de indias. Nos sirven sí para realizar la supervisión biológica indirecta pues refleja la dosis de un producto químico de interés aportada a un trabajador expuesto y sirve también como complemento para la valoración **ambiental** indirecta del aire laboral en exposición a tóxicos industriales. Su uso requiere de la experiencia de un profesional en medicina del trabajo quien a su vez debe basarse y referirse a una edición actual del Documento.

Además los BEIs de la ACGIH nos sirven para conducir, diseñar e interpretar Protocolos de Supervisión Biológica específica.

BEIs Y TLVs: RELACIÓN ENTRE

Los BEIs se basan en una correlación directa con sus TLV.

La cantidad del tóxico en el aire que se monitorea para determinar el TLV indica la exposición potencial por inhalación en un individuo o en un grupo. Los BEI expresan la cantidad de tóxico que estaría ingresando a un individuo debido a la exposición.

Algunos BEIs no se derivan directamente de TLVs sino que se relacionan con el desarrollo de un efecto adverso a la salud.

Eventualmente se podría observar inconsistencias entre la información obtenida en la valoración del aire (TLV) y la hallada en el trabajador (BEI). Las razones pueden ser:

- 1) Haber usado en el cálculo factores relacionados no válidos, o
- 2) Simplemente haber empleado una metodología errada. Estos hechos no limitan ni invalidan el uso de BEIs-TLVs.

BIODISPONIBILIDAD

Es la cantidad efectiva de un tóxico presente en la sangre al momento de su distribución. Esta cantidad está en razón directa a varios factores propios como naturaleza y forma química con que el tóxico llega al organismo.

BIOTRANSFORMACIÓN

Es el conjunto de modificaciones que experimentan las moléculas de una sustancia que ingresa al organismo. Usualmente la biotransformación conduce a la disminución del tamaño molecular y al aumento de su hidrosolubilidad lo que facilita su eliminación. En este proceso algunas moléculas se pueden eliminar o acumularse inalteradas, mientras que otras cambian su naturaleza o generan productos de fácil eliminación. De otro lado muchas sustancias muestran afinidad por las grasas (lipófilos) por lo que atraviesan fácilmente las membranas biológicas, pero dificultan su eliminación por orina, vía principal de eliminación de los compuestos hidrosolubles. De ahí que las transformaciones biológicas más importantes estén encaminadas a aumentar la hidrosolubilidad de las sustancias que ingresan al organismo.

CL50 CONCENTRACIÓN LETAL 50,

Es una concentración tal de una sustancia química en el **aire** que respira un animal de experimentación, que al ser **inhalaada continuamente** durante 8 horas produce **la muerte en el 50%** de los animales en experimentación.

Estas definiciones permiten la clasificación empírica de las sustancias tóxicas interrelacionando **CL50**, Dosis Letal 50-oral, Dosis Letal 50-piel (ver adelante):

POTENCIA DEL TOXICO	DL50 ORAL: RATA mg/kg	DL50 CUTÁNEA: RATA O CONEJO mg/kg	CL50 INHALATORIA RATA (mg/l/4horas)	
			Aerosoles/ partículas	Gases o vapores
MUY TÓXICOS	≤ 25	≤ 50	≤ 0,25	≤ 0,5
TOXICOS	25 – 200	50 – 400	0,25 – 1	0,5 – 2
NOCIVOS	200 – 2000	400 – 2000	1 – 5	2 – 20

Gr/kg ó g/kg Gramos por kilogramo. Es una expresión de dosis usada en toxicología, dosis orales y de piel, para denotar gramos de una sustancia administrada por kilogramo de peso del cuerpo del animal, **mg/kg** tiene la misma connotación.

Mg/m³ ó mg/m³ Miligramos por metro cúbico. Unidad para expresar concentración de polvo, gas o neblina en el aire.

DAÑO O AFECTO ADVERSO PARA LA SALUD

El efecto adverso o daño a la salud es la enfermedad causada directamente por exposición a un tóxico y está ligado a dosis y condiciones de exposición: vía de ingreso, duración, frecuencia y tiempo de trabajo en el ambiente contaminado. Resulta excesivo para este escrito describir todos los efectos adversos que pueden ser producidos por la gran cantidad de tóxicos conocidos, pero presentamos un resumen:

DAÑO A LA ESTRUCTURA: el tóxico daña el sustrato mismo del tejido o célula y se les llama tóxicos lesionales. Algunos ejemplos son el Paraquat que ocasiona daño alveolar difuso y mortal, el Paracetamol que causa destrucción de la célula hepática, los Mercuriales que producen destrucción neuronal o los compuestos cáusticos que lesionan la membrana de contacto.

DAÑO A LA FUNCIÓN: en este caso el tóxico no destruye ninguna estructura, pero sí produce alteración mayor o menor en su fisiología que puede desaparecer cuando el agente se elimina: Los Opiáceos y Benzodiazepinas actúan sobre los receptores neuronales y alteran los mecanismos de liberación y degradación de los neurotransmisores afectan la función de los canales iónicos responsables de la propagación del impulso nervioso en los axones.

Estos niveles de acción, estructural o funcional, son interdependientes: así el daño a la estructura de una molécula produce alteración de su función.

DISTRIBUCIÓN

Es el proceso por el cual el tóxico luego de absorbido, es repartido por la sangre a todo el organismo: cada tóxico tiene afinidad selectiva por determinado órgano y para cada tejido orgánico de acuerdo a su Biodisponibilidad y a la gradiente de afinidad particular de cada sustancia.

DOSIS

Paracelso, s XVI, sostenía: “La dosis hace al veneno” y desde entonces la dosis ha establecido la diferencia entre un tóxico y un medicamento. Ahora en toxicología y en medicina conocemos la importancia del concepto Dosis, definida como **la cantidad mínima de un compuesto químico necesario en el organismo para lograr un efecto terapéutico esperado**. La frecuencia con que se administra una dosis es dato de gran importancia. Además la dosis determina el tipo y magnitud la respuesta biológica, concepto central de toxicología.

En toxicología usamos una serie de variaciones del concepto dosis.

Aquí una digresión: bajo determinadas circunstancias, hasta el agua - elemento esencial para la vida – resulta tóxica cuando se ingiere en grandes cantidades, por ejemplo si un adulto normal ingiere más de 3 litros de agua de una sola vez, el agua le produce eliminación por orina de sustancias esenciales para su organismo.

Como resultado de estas características, podemos concluir que si la dosis de un tóxico es lo suficientemente alta, puede ser peligroso. Pero el razonamiento inverso también es válido: si la dosis de una sustancia muy tóxica es considerablemente baja, podría no producir efecto, o en el caso de un medicamento no producir efecto terapéutico.

DOSIS – EFECTO: RELACIÓN

Es la relación establecida entre la **Dosis** recibida por un **individuo** y el efecto que él experimenta

DOSIS – RESPUESTA: RELACIÓN

Es la relación establecida entre la **Dosis** y el **tanto por ciento de individuos de una población**

expuesta que experimenta un determinado efecto.

Axioma: Conforme aumenta la dosis, aumenta el número de individuos afectados.

DOSIS LETAL 50 - DL50

Dosis Letal 50 es la cantidad de una sustancia química que al administrarla de **una sola vez por vía oral** y expresada en masa de la sustancia por masa del organismo, produce la **muerte del 50%** de los animales en experimentación dentro de un período de observación de 14 días. También se usa la **DL50 - Piel** donde la exposición es cutánea, pero se cumple la premisa expuesta. Cada compuesto químico tiene su propia y característica DL50, al punto que los tóxicos también se pueden clasificar de acuerdo a ésta.

EPA

Siglas en inglés de la Agencia de Protección **Ambiental** EE.UU. (U.S. Environmental Protection Agency).

ESTUDIO DE LÍNEA DE BASE

A la valoración de un riesgo potencial o presente que se pueda presentar en un sitio de labor antes de implementar medidas de control para reducir la exposición se le llama Estudio de Línea Base (ELB) o Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB).

El término también es aplicable al trabajador cuando tiene previsto laborar en un ambiente potencialmente tóxico y se le mide los niveles de los tóxicos con que, antes de exponerse, ya a aportar al riesgo.

EXPOSICIÓN

En toxicología se define Exposición como el proceso por el cual un tóxico alcanza al organismo. Dependiendo de su estado al momento del contacto un tóxico puede alcanzarlo por tres vías: digestiva, respiratoria y dérmica. Sin embargo existen otras vías de interés toxicológico restringidas a algunos grupos ocupacionales por ejemplo en trabajo con biopeligrosos el tóxico puede atravesar la piel por inyección endovenosa, intramuscular o por cortes y pinchazos. En exposición es necesario cuantificar su duración: aguda, subcrónica y crónica, pues según ellas el efecto del tóxico varía.

FDA

Siglas en inglés de la Administración de Drogas y Medicamentos EE.UU. (U.S. Food and Drug Administration).

IARC

Siglas en inglés por Agencia Internacional de Investigación de Cáncer (International Agency for Research on Cancer).

IDLH. Immediate Dangerous for Live or Health.

Valor **ambiental** del tóxico susceptible de causar daño **inmediato** para la vida o para la salud del trabajador expuesto.

INTOXICACIÓN Y ENVENENAMIENTO: DIFERENCIA ENTRE

Es una diferenciación formal, o mejor médico-legal, pues para establecerla se incorpora el concepto de la voluntad de quien pone en contacto al sujeto con el tóxico: así, intoxicación supone contacto accidental, mientras que en envenenamiento el contacto es voluntario, o forzado, y es más la relación en el envenenamiento se puede establecer aún con un tercero, como en un homicidio. Es sólo cuestión semántica.

LDL

Siglas en inglés para dosis letal baja. LDL de una sustancia es la dosis más baja capaz de matar especies de laboratorio específicas.

LEL o LFL Lower Explosive Limit

Siglas en inglés por Límite Inferior de Explosión o Límite Inferior de Inflamabilidad para un vapor o

un gas. Corresponde al inverso de **UEL o UFL**.

LOCs: Levels of concern

Por sus siglas inglesas LOCs, Concentración de Interés, es la concentración en el aire de un tóxico muy peligroso que al momento de su liberación se encuentra por encima de la dosis TLV-C o TLV-STEL por lo que podría tener efectos muy graves en la salud o producir la muerte en muy poco tiempo. Para valorarlo empíricamente se considera al LOC como un décimo (1/10) de la concentración IDLH o como un valor aproximado al IDLH que correspondería a un animal.

Mppcf

Millones de partículas por pie cúbico. Unidad que expresa la concentración de partículas de una sustancia suspendida en el aire. **Mppm³** tiene la misma acepción pero se expresa por metro cúbico

MSDS (Material Safety Data Sheets)

Siglas en inglés para Hojas de Datos de Seguridad de Materiales.

MSHA (Mine Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor)

Siglas en inglés para Administración Americana de Seguridad y Salud en Minas.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)

Siglas en inglés para Instituto Americano de Seguridad y Salud

ORINA: MUESTRA VÁLIDA

Las muestras de orina muy diluidas o muy concentradas no son aceptables para monitoreo biológico en exposición a tóxicos.

La OMS ha adoptado pautas en los límites dentro de los cuales una muestra de orina es aceptable. Estos son:

- Concentración de Creatinina: entre $> 0,3 \text{ g/l}$ y $< 3,0 \text{ g/l}$,6
- Gravedad específica: entre $> 1,010$ y $< 1,030$

Los especímenes que caen fuera de estos rangos se deben desechar y recoger otra muestra. Se recomienda que los trabajadores que constantemente proporcionan especímenes inaceptables de orina deben ser referidos a evaluación médica para descartar patología renal.

OSHA Occupational Safety Health Administration

Organismo Oficial Americano para la Salud y Seguridad en el trabajo

PEL (Permissible Exposure Limit). OSHA

Siglas inglesas por Límite Permissible de Exposición Es un límite de exposición ocupacional establecido por OSHA. Puede ser referido al límite ponderado en el tiempo (time-weighted average, TWA), o al límite de concentración máxima de exposición.

PONZOÑA

Es un veneno específico procedente de animales o plantas.

Ppb Partes por billón

Es la concentración de un gas o vapor en el aire: partes (volumen) de gas o vapor en un billón de partes de aire. El mismo criterio se aplica para **Ppm**: partes por millón

QUÍMICO PELIGROSO: SUSTANCIA O PRODUCTO

Sustancia que al ingresar a un organismo, le causa daño pero que mientras está fuera de él es inocua. Ottoboni la describe con un ejemplo: "la estircnina es un químico muy tóxico, pero mientras permanezca dentro de un frasco perfectamente cerrado, es inocua y puede manipularse sin que produzca efectos tóxicos. Si no está en contacto con el organismo y permanece sellada dentro del

frasco que la guarda, no producirá sus efectos tóxicos”.

REL

Siglas inglesas para Nivel de Exposición Recomendado de NIOSH. Es la concentración permitida más alta que al ser transportada por aire, no se espera que lesione a los trabajadores. Al igual que el PEL puede ser expresada como un límite superior (Ceiling Limit) o como un promedio ponderado en el tiempo (time-weighted average, TWA).

RIESGO

Es la probabilidad de que aparezcan efectos nocivos luego de exposición a un químico peligroso.

RIESGO: CARACTERIZACIÓN DEL

Caracterizar el riesgo de un tóxico cualquiera en un sitio de labor contaminado es determinar si su nivel es tolerable o si existe la posibilidad que al exponerse produzca un daño asociado a él.

TARGET O BLANCO: ÓRGANO O SISTEMA

Se llama así al órgano por el que selectiva e inicialmente un tóxico tiene mayor afinidad. Esto no quiere decir que no afecte a los demás órganos, sino que el órgano target es el que más daño sufrirá. Para alcanzar su efecto el tóxico tiene que alcanzar determinada concentración en el órgano o tejido, lo que configura el concepto de “dosis”. Si la exposición aumenta dañará ya no sólo al órgano target sino a otros órganos. Por ejemplo, el plomo daña inicialmente al tejido hemático y al sistema nervioso, central y periférico, y se acumula en los huesos, por tanto estos son sus órganos target. Pero si la exposición aumenta dañará también a riñones y otros órganos vitales y aunque éstos ya no sean el target del plomo, también pueden resultar lesionados.

TIEMPO DE MUESTREO PARA COLECCIÓN DE LA MUESTRA

Es el tiempo específico en que debe tomarse una muestra biológica. Y debe ser específico porque la concentración de algunos tóxicos en el organismo puede cambiar rápidamente. Respetar este tiempo de colección de la muestra es muy importante, se debe observar y registrar cuidadosamente.

El tiempo de muestreo se especifica en la descripción de cada BEI y es determinado por la duración de la retención del tóxico en el organismo. Algunas sustancias, sobretodo las que se acumulan, pueden no requerir un momento específico para la toma de muestra.

El tiempo de recolección de una muestra para medir BEIs se cataloga de la siguiente manera:

TOMA DE MUESTRA	TIEMPO DE RECOLECCION
1. Antes de la jornada laboral	1. 16 horas después que cese la exposición.
2. Durante la jornada Laboral	2. En cualquier momento luego de 2 horas de exposición.
3. Fin de la Jornada laboral	3. Cuanto antes después del cese de la exposición diaria.
4. Fin de la semana laboral	4. Después de haber trabajado 4 ó 5 días expuesto.
5. Discrecional	5. En cualquier momento.

TLV. THRESHOLD LIMIT VALUE

Siglas inglesas por Valor Límite Umbral. Se refiere a las concentraciones ambientales laborales de sustancias químicas. Representan las condiciones bajo las cuales la mayoría de los trabajadores puede ser expuesta a un tóxico varias veces al día, cada día y durante toda su vida laboral, sin que les causen efectos adversos a su salud.

TLV-CTLV- Ceiling

Siglas inglesas por VALOR LÍMITE TECHO DEL TLV, es la concentración que no debe exceder una sustancia química en ningún momento durante una jornada de trabajo.

TLV-TWA (TLV-TIME WEIGHTED AVERAGE).

TWA del TLV es la concentración **ambiental** de un químico para un día laboral convencional de 8 horas/5 días semana (40 horas semana) a la cual casi todos los trabajadores pueden ser expuestos en varias ocasiones, día tras día durante toda su vida laboral, sin que presenten efectos adversos a su salud. Aunque el TLV-TWA calcula las concentraciones medias para una semana a partir de un día laboral, la ACGIH no proporciona una guía respecto a estas exposiciones semanales, por lo que cada

higienista debe calcularlas.

TLV- SHORT-TERM LIMIT

El Límite de Exposición a Corto Tiempo, por las siglas inglesas de TLV Short-Term Limit, es la exposición del TWA por sólo 15 minutos que no se debe exceder en ningún momento, incluso si las 8 horas del TWA están bajo el límite TLV-TWA.

La exposición a un valor TLV-STEL debe cumplir las siguientes premisas:

- Siempre debe ser menor a 15 minutos,
- No debe ocurrir más de 4 veces en un día, y
- Debe transcurrir por lo menos 60 minutos entre 2 exposiciones sucesivas.

Los trabajadores al ser expuestos a esta concentración no deben presentar:

- Irritación en ningún órgano.
- Daños crónicos o irreversibles en los tejidos nobles.
- Efecto tóxico dependiente de la dosis de exposición.
- Sueño de grado tal que incremente la probabilidad de accidente, que le impida su auto rescate en una emergencia o que le genere reducción de la eficacia en el trabajo.

Si por alguna causa el TLV-STEL excede el TLV-TWA diario, pierde su eficacia protectora. El TLV-STEL no es una guía separada ni independiente para valorar exposición, tampoco una herramienta que supla al TLV-TWA.

TOXICIDAD

Se llama toxicidad a la capacidad que tiene una sustancia para causar daño a un órgano o a un sistema enzimático alterando sus delicados procesos bioquímicos.

En toxicología se sabe que cualquier sustancia natural o producida por el hombre es tóxica, pues si un organismo se expone a ella puede producirle efectos adversos para su salud. Los efectos dañinos sólo difieren por el grado de toxicidad, la vía de exposición y la dosis.

TÓXICO: Se llama tóxico a cualquier sustancia química sólida, líquida o gaseosa que por su contacto o ingreso al organismo es capaz de producirle alteración orgánica o funcional. Existen también tóxicos de naturaleza física.

TOXICOLOGÍA

La toxicocinética estudia los cambios de la concentración que en función del tiempo experimenta un tóxico en su recorrido dentro del organismo, desde su absorción hasta su excreción.

TOXICODINÁMICA.

Es la parte de la Toxicología que estudia los mecanismos de acción de los tóxicos en los diferentes órganos de la economía, principalmente en los órganos target, y la forma cómo producen alteraciones fisiopatológicas.

Como hemos revisado, los primeros puntos del organismo que entran en contacto con el químico son: piel, pulmones y gastrointestinal. Luego de absorberse el tóxico pasa a la sangre y siguiendo el camino natural va a hígado, riñones, sistema nervioso, sistema reproductivo, y un gran etcétera. En cada uno produce su efecto dañino que puede ir de daño local tisular o irritación y alergia, a lesiones bioquímicas u otros efectos a distancia, tales los mutagénicos, teratogénicos, o reproductivos.

TOXICOLOGÍA

En salud llamamos toxicología a la ciencia que estudia los efectos nocivos producidos por las sustancias químicas sobre los seres vivos, valorando su capacidad para causar daño o cualquier otro efecto a un organismo o a un órgano específico llamado órgano blanco o "target". Desde hace mucho el trabajador está expuesto a gran variedad de sustancias químicas que van de metales y sustancias inorgánicas a moléculas orgánicas complejas.

Timbrell en 1989 respalda a Paracelso al sostener que toda sustancia química es tóxica, y que "No hay sustancia química segura sino maneras seguras de usarlas".

TOXICOLOGÍA AMBIENTAL

La toxicología **ambiental** es la rama especializada de la toxicología aplicada al campo del medio ambiente general.

TOXICOLOGÍA OCUPACIONAL o TOXICOLOGÍA LABORAL

La Toxicología laboral es la parte de toxicología general que estudia los tóxicos usados en la industria y sus interacciones con el organismo del trabajador. Por tanto su ámbito abarca las intoxicaciones originadas por los tóxicos en el lugar de trabajo.

UEL o UFL Upper Explosive Limit.

Siglas en inglés por Límite Superior de Explosión o Límite Superior de Inflamabilidad para un vapor o gas. Corresponde al inverso de **LEL o LFL**

VIDA MEDIA

Se llama Vida media al tiempo que tarda el organismo en reducir a la mitad la concentración de un tóxico.

XENOBIÓTICO

Xenobiótico es cualquier producto natural o artificial ajeno al organismo y que al ingresar le produce efectos dañinos. La definición no incluye alimentos, pero sí algunos autores incluyen en este rubro a los fármacos.

CONCLUSIONES

El conocimiento suficiente y fluido del lenguaje usado en la descripción y manejo de las emergencias laborales-ambientales es indispensable en la formación y preparación del profesional de Salud e Higiene Industrial pues le ayudará a enfrentar en campo un evento toxicológico, individual o masivo, a nivel de primer respondedor.

El **Glosario** de términos de toxicología ocupacional y **ambiental** reclama una alerta sobre la descripción de los efectos nocivos de las sustancias químicas en el organismo humano y propone una mejor y mayor consolidación de esta importante rama científica como herramienta en la previsión de desastres químicos laborales-ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACGIH. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 2007 TLVs and BEIs. Signature Publications. Cincinnati OH. USA. 2007
2. BG Chemie. Toxicological Evaluations. Potential Health Hazards of Existing Chemicals. Vol. 12. Springer, 1998.
3. Bruch I E, Higa J, Lazcano R. Clínica Toxicológica. Argentina. Akadia 1993.
4. Córdoba P. D. Toxicología. Colombia: L Vieco e Hijos. 3ed. 1994.
5. Casarett and Doull's Toxicology: the basic science of poisons. USA: McGraw Hill, Inc. 5 ed. 1995.
6. De Fernícola N A G G. 3º Encontro Técnico Anual da ASEC. **Toxicologia Ambiental**: Passado, presente e futuro. CETESBSP BRASIL. Junho 2002
7. Dreisbach H R, Robertson O W. Manual de intoxicaciones: Prevención, diagnóstico y tratamiento (translated). Los Altos, California: Appleton and Lange. 12 Ed. 1987.
8. Ellenhorn M J. Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning USA: Williams and Wilkins. 2nd Ed 1996.
9. Ferrer A. Tendencias en Toxicología clínica. En: Toxicología de Postgrado de Repetto M y col. Área de Toxicología, Universidad de Sevilla, CD-ROM, Sevilla (2003).

10. Gajraj, A.M. Training Needs in Accident Mitigation and Containment . UNEP Industry and Environment. 11(3), 28-30, 1988.
11. Garza A M Training Needs in Accident Mitigation and Containment. UNEP Industry and Environment. 11(3), 1988.
12. Goehl, T. J. Reviews in Environmental Health, 2000. Environmental Health Perspective v.108, Supplement 1, p.3-4, 2000.
13. Goldfrank L R, Flomenbaum N E, Lewin N A, Weisman R S, Howland M A, Hoffman R S. Goldfrank's Toxicologic Emergencies USA: Appleton & Lange. 5 Ed 1994.
14. Gonzales E. Toxicocinética aplicada a la Higiene Industrial.INSHT 1988. España
15. Gossel T A, Bricker J D Principles of Clinical Toxicology. New York: Raven Press. 3rd ed. 1994.
16. Green, G.M. The challenge of the twenty-first century for environmental health. In: Foa,V.; Emmett, E.A.; Maroni, M.; Colombi, A . Occupational and environmental chemical hazards. Cellular and biochemical indices for monitoring toxicity. England: Ellis Horwood Limited, 1986. 558p.
17. Hardman JG, Limbird LE, Molinoff PB, Ruddon RW, Goodman Gilman A.Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica. Vol. I y II, 9a ed. , McGraw-Hill Interamericana, Mexico (1996).
18. Hathaway G J, Proctor N H, Hughes J P, Fischman M L. Proctor and Hughes' Chemical Hazards of the Workplace USA: Van Nostrand Reinhold. 3 Ed. 1991.
19. Hill M K. Understanding Environmental Pollution. Cambridge University Press. USA, 1997. p 317.
20. Hodgson, L.; Levi, P.E. A textbook of modern toxicology. New York: Elsevier, 1987. 386 p.
21. IPCS. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria. Geneva, World Health Organization, 2000. 375 p.
22. IPCS. International Programme on Chemical Safety. Training Module n.º 1. Chemical safety. Fundamental of applied toxicology. World Health Organization, Geneva,1997. 258 p.
23. Lu, F.C. Basic toxicology. Fundamentals, target organs and risk assessment. 2nd Edition. Washington, D.C. Hemisphere Publishing Corporation, 1991. 361 p.
24. Lucier, G.W. Perspectives. Editorial. Parting thoughts. Environmental Health Perspectives v. 108, n.7, p. A 296. 2000.
25. Marruecos L, Nogue S, Nolla J. Toxicología Clínica. Barcelona: Springer -Verlag Ibérica. 1993.
26. Moeller, D.W. Environmental health. Revised Edition. Massachusetts: Harward University, 1997. 480p.
27. Moraes, E.C.F. **Toxicologia** na atualidade. Estudo de problemas brasileiros. São Paulo: Universidade de São Paulo,1978.
28. NAS. National Academy of Sciences. Institute of Medicine. Environmental Health Perspective, v. 108, n. 9, p.914. 2000.
29. NTP. National Toxicology Program. NTP Studies: Focusing on the future. Environmental Health Perspectives, v. 108, n. 9, p. A 400. 2000.
30. Olson K R & col. Poisoning & Drug Overdose USA: Appleton & Lange. 3 Ed. 1998. Medical Nursing Publishers. Connecticut.
31. OMS/OPS Series Manuales y Guías sobre Desastres. Guía para el nivel local. No. 2. Washington D.C. 2002.
32. Organización Panamericana de la Salud. Accidentes químicos: Aspectos relativos a la salud. Guía para la preparación y respuesta. O P S / O M S. Washington, D.C. 1998.
33. Ottoboni M A. The dose makes the poison. A plain language guide to toxicology. 2nd Ed New York. Van Nostrand Reinhold. 1991
34. Patty F D.Patty's Industrial Hygiene and Toxicology 5ed. Wiley & Sons New York.2000.
35. Repetto G y col. Evaluación toxicológica y de Riesgos específicos. En: Toxicología de Postgrado. Repetto M y col. Área de Toxicología, Universidad de Sevilla, CD-ROM, Sevilla (2003).
36. Repetto G, Gotelli C, Rodríguez Vicente MC, del Peso A, Gasco P. Tendencias en Evaluación del Riesgo Toxico. En: Toxicología de Postgrado. Repetto M y col. Área de Toxicología, Universidad de Sevilla, CD-ROM, Sevilla (2003).

37. Rodrick J V. Calculated Risks. The Toxicity and Human Health Risks of Chemicals in our Environment. Cambridge University Press, 1994. p 256.
38. Sullivan J B, Krieger G R. Hazardous Materials. Toxicology: Clinical Principles of Environmental Health. USA: Williams & Wilkins. 1992.
39. Swanson M B, Davis G A, Kincaid L E, et al. Environmental Toxicology and Chemistry 16, 2, 372-383; 1997.
40. Timbrell J A. Introduction to Toxicology. Taylor and Francis Ltda. London, UK. 1989. p. 155.
41. U.S. Department of Health and Human Services. National Toxicology Program. Fiscal Year 1998 Annual Plan. USA 1999.
42. UNEP IE/PAC Environment Monograph 81. Technical Report 19. Paris, 1994.
43. UNEP IE/PAC. Training Needs in Accident Mitigation and Containment. UNEP Industry and Environment. 11(3), 1988.
44. Waldbott, G.L. Health effects of environmental pollutants. Missouri-USA: C.V.Mosby Company 1978. 350 p.
45. WHO. World Health Organization. Environment and health. The European Chapter and commentary. In: European Conference on Environment and Health, 1. 1989, Frankfurt,. Copenhagen: World Health Organization, 1989.
46. WHO. World Health Organization. Health Hazards of the Human Environment. Geneva: WHO, 1972. 387 p.

Por: Augusto V. Ramírez, MD. OH
CMP 0564. RNE 1836
augustovram@yahoo.es

Médico especialista en Medicina del Trabajo. UPCH.

Director de Salud Ocupacional CLINICA INTERNACIONAL para MINERA YANACOCHA en Cajamarca

Estudios postgrado: Brasil, Israel, Estados Unidos

Miembro: Sociedad Peruana de Medicina Ocupacional y **Ambiental** – SOMOMA
Sociedad Peruana Medicina Interna.

Instituto de Ingenieros de Minas. Perú.

Instituto de Seguridad Minera Perú

American College of Occupational and Environmental Medicine. USA

Asociación Nacional de Medicina del Trabajo. Brasil

Publicaciones: 45 Trabajos de investigación en Salud Ocupacional y **Ambiental**
3 Libros de Salud Ocupacional, autor o coautor