

## LOS NEUROTÓXICOS EN LOS PROCESOS DE TRABAJO INDUSTRIAL, UN ABORDAJE INTERDISCIPLINARIO DE LA PROBLEMÁTICA

\*Alicia Quiroz García

### RESUMEN

El presente artículo plantea una propuesta para modificar la forma en que se ha venido abordando el problema de la salud en el trabajo, en particular el riesgo que representan las sustancias neurotóxicas en los procesos de trabajo industrial.

Con respecto a las sustancias neurotóxicas se hace una amplia revisión bibliográfica en la que se destaca la inespecificidad de los cuadros clínicos con respecto a los diferentes neurotóxicos y la necesidad que existe de ampliar la investigación en este renglón. Se revisa también la normatividad oficial vigente en relación con las sustancias químicas en general, a los neurotóxicos en particular y a las medidas preventivas reglamentadas.

Se señala que en la actualidad el equipo de profesionistas del área de la salud en el trabajo está trabajando en forma desligada del equipo técnico responsable de cuidar las condiciones del ambiente en donde se realiza el trabajo. También se hace referencia al desconocimiento y el aparente desinterés que se tiene en los centros laborales, tanto por parte de los empresarios, como de los responsables de seguridad y de los trabajadores, por conocer las implicaciones en la salud de las sustancias que se manejan y por implementar las medidas preventivas pertinentes.

Se concluye señalando la necesidad de formar equipos interdisciplinarios que permitan acercar la labor que realizan los diferentes profesionistas abocados al problema, facilitando la comunicación y la interacción entre ellos, con lo que se obtendrían acciones coordinadas e integrales y mejores resultados de los que hasta ahora se han logrado.

**Palabras Clave:** *Salud en el trabajo, higiene en el trabajo, neurotóxicos, Normas Oficiales Mexicanas.*

### ABSTRACT

This article proposes a new way to approach the problem of use of neurotoxic substances in the processes of industrial work. The first part mentions the lack of specificity of the symptoms of neurotoxicity and the need to improve research in this field. It also mentions the lack of knowledge and interest in the workplace concerning health afflictions caused by substances used in manufacturing and other work processes, and the application of preventive action. One can observe complete indifference both at the managerial level and among security technicians and the workers themselves.

The article points out that the professional team working in the area of occupational health are not in touch with the technical team charged with care of the environmental conditions under which work is performed in factories.

It concludes by referring to the need of creating an interdisciplinary team that works both in research areas and also in the workplace to achieve better results in controlling health situations and afflictions caused by indiscriminate use of neurotoxic substances.

**Key Words:** *Work health, work hygiene, neurotoxics, Mexican Official Norms.*

ARTÍCULO RECIBIDO EL 03 DE FEBRERO DE 1999.

### INTRODUCCIÓN

La salud en el trabajo tiene como objeto de estudio y como praxis profesional los problemas de salud derivados de los riesgos que se implican en los diferentes procesos productivos y que atañen directamente a la población trabajadora, esto es, considera los daños a la salud sufridos por poblaciones trabajadoras cuando estos tienen su origen en uno o varios factores de riesgo generados en los centros laborales y que afectan las condiciones y el medio ambiente en que se desarrolla el trabajo.

Un problema tan amplio, complejo y trascendente plantea para su solución la necesidad de recurrir al manejo de conceptos y acciones interdisciplinarias, a fin de evitar, en el mayor grado posible, enfoques y acciones unilaterales y parciales que por sí mismas no abordan la totalidad de la problemática ni representan soluciones integrales. La posibilidad de lograr mejores resultados de los que hasta hoy se han obtenido en el campo de la salud en el trabajo, depende no sólo de la participación de diferentes profesionistas entorno a un problema, sino también de su interacción, la cual requiere de la identificación plena de objetivos y metas comunes y del reconocimiento y respeto para quienes dominan conocimientos de otras áreas.

---

\* Especialización en Salud en el Trabajo y su Impacto Ambiental, FES Zaragoza, UNAM.

Para llevar a cabo acciones interdisciplinarias en el campo de la salud en el trabajo es imprescindible, además de un conocimiento a profundidad de su área por parte de cada uno de los profesionistas que participan, la reunión de los lineamientos teórico-metodológicos específicos de las disciplinas que se involucran en el estudio de una problemática particular, ya que es el conjunto de ellas lo que puede llegar a consolidar una práctica profesional teórico-científica más efectiva.

En el presente artículo se propone un modelo interdisciplinario para abordar uno de los riesgos más urgentes de atención por su amplia presencia en los ambientes laborales, y por el desconocimiento que existe de las implicaciones y daños irreversibles que puede ocasionar entre los trabajadores. Se hace referencia a la presencia de diversos neurotóxicos en los procesos del trabajo industrial.

### LOS NEUROTÓXICOS COMO RIESGO DE TRABAJO

La neurotoxicidad es un grave problema de salud en el área laboral debido al incremento de sustancias neurotóxicas en los procesos industriales y al elevado número de trabajadores expuestos a ellas.

Es por todos conocido que un gran número de sustancias de amplio uso industrial produce severos efectos negativos sobre la salud de los trabajadores. Entre éstas destacan las llamadas sustancias neurotóxicas, ya que inciden sobre el tejido nervioso y ocasionan alteraciones funcionales, en muchos casos irreversibles.

Sustancias de gran toxicidad neurológica se han podido detectar también en el trabajo agrícola, en donde el uso de pesticidas no sólo afecta al trabajador del campo, sino también contamina los productos del campo que posteriormente se distribuyen para consumo de la población en general.<sup>1,2</sup>

La absorción de estas sustancias por el organismo se da por vía respiratoria, oral y/o cutánea, y las manifestaciones de sus efectos pueden presentarse en forma aguda o crónica, de acuerdo con la intensidad y duración de la exposición.

La intoxicación de carácter agudo es consecuencia de una exposición breve pero de elevada intensidad, habitualmente superior varias veces a los límites de tolerancia del organismo. Los efectos de este tipo de intoxicación suelen ser letales y los signos clínicos, evidentes e inmediatos. Generalmente esta forma de intoxicación es consecuencia de algún accidente o percance, ya que las normas sanitarias sobre concentraciones máximas permisibles en el ambiente de trabajo impiden o deben impedir que se llegue a niveles extremos peligrosos para la salud.

A diferencia de la aguda, la intoxicación profesional crónica es frecuente en los medios de trabajo, por sus características, plantea un difícil y delicado problema de diagnóstico y prevención.

La intoxicación profesional crónica es el resultado de una exposición prolongada, continua o intermitente, a niveles de concentración en los neurotóxicos que no exceden los máximos permisibles o que inclusive están por debajo de ellos. En estos casos la intoxicación presenta las siguientes características:<sup>3</sup>

1. Manifestaciones clínicas tardías.
2. Inespecificidad del cuadro clínico, tanto con respecto a las enfermedades comunes del sistema nervioso central como a las diferentes sustancias neurotóxicas.
3. Interferencia o sinergismo de la acción del tóxico con otros factores internos o del ambiente que con frecuencia enmascaran el cuadro clínico.

Estas características dan por resultado que existan dos problemas básicos por resolver para el diagnóstico de la intoxicación profesional crónica. Éstos son:

1. La búsqueda de indicadores tempranos que permitan su detección en etapas en que los cambios a nivel del sistema nervioso son todavía reversibles.
2. La determinación de la relación dosis-respuesta.

A la consecución de estos dos objetivos se han orientado los esfuerzos de las diferentes disciplinas que, en el campo de la salud ocupacional y la toxicología laboral, estudian el sistema nervioso, como son la neurofisiología, la neurobioquímica y la neurología, entre otras.

Gracias al aporte de la investigación en este terreno, se han podido llegar a describir, con bastante precisión, algunos cuadros psiquiátricos y neurológicos que, aunque todavía están sujetos a cierta controversia, se reconocen hoy día como indicadores de alteraciones por la exposición a una serie de sustancias neurotóxicas.

Así, tenemos el llamado "síndrome orgánico" y el "síndrome orgánico de personalidad", el "síndrome amnésico", y el cuadro que la propia Organización Mundial de la Salud señala como diagnóstico de "encefalopatía tóxica temprana".<sup>4</sup>

Sin embargo, hay por lo menos dos factores que reducen el alcance de estos resultados:

- a) En el caso de los hallazgos neurológicos y neurofisiológicos, particularmente el electroencefalograma y el electromiograma, éstos presentan correlaciones inconsistentes, especialmente en las primeras etapas de la enfermedad.<sup>5</sup>
- b) La correlación entre indicadores bioquímicos y cambios funcionales en el sistema nervioso tampoco se ha revelado como un buen predictor del grado de intoxicación.<sup>3</sup>

Estos indicadores sólo han mostrado una relativa sensibilidad en los casos de exposiciones subagudas.

En el plano de los mecanismos de acción de las sustancias neurotóxicas, las investigaciones han seguido principalmente dos direcciones, orientadas por dos hipótesis:<sup>6</sup>

- a) Las sustancias neurotóxicas actúan a nivel del tejido nervioso, produciendo cambios en la retención de oxígeno de las células corticales, y afectando por tanto la realización de las funciones fisiológicas cuyo nivel de actividad se mantiene básicamente a base de la oxidación aeróbica.
- b) Las sustancias neurotóxicas, por su afinidad estructural, compiten con los precursores de los neurotransmisores en los espacios intersinápticos, en forma análoga a como algunos psicofármacos inhiben o aceleran la síntesis de catecolaminas.

En ambos casos, los conocimientos alcanzados a través de la investigación son todavía insuficientes para afirmar una teoría satisfactoria acerca de los mecanismos fisiológicos que se presentan por exposición a sustancias neurotóxicas.

### PRINCIPALES SUSTANCIAS NEUROTÓXICAS DE AMPLIO USO INDUSTRIAL

#### **El plomo**

En la literatura especializada son abundantes las referencias que se hacen sobre las manifestaciones de la intoxicación por plomo, conocida como saturnismo desde mediados del presente milenio, enfermedad que se presentaba entre los campesinos y entre los fabricantes de vasijas y utensilios de cerámica en Europa.

En la actualidad, el uso industrial del plomo es muy amplio; en la forma de tetraetilo de plomo el más común es el añadido que se hace a las gasolinas para eliminar la detonación de la combustión interna en las máquinas. Después de la combustión, parte de este componente se queda adherido a la máquina y parte es expulsado, junto con otros gases, por el escape. El tamaño de las partículas que se desprenden, tanto en la evaporación de las gasolinas como en los gases expulsados por el escape, permite que éstas sean fácilmente inhaladas y retenidas, además de que por su liposolubilidad pueden ser también absorbidas por la piel. Estando en la sangre son transportadas por los lípidos, como sucede con el plomo inorgánico. Los componentes del plomo orgánico cruzan la barrera de los vasos sanguíneos del cerebro rápidamente y se concentran en el sistema nervioso central y en otros tejidos ricos en grasas, tales como los huesos de la médula.<sup>5</sup>

De acuerdo con Machle (1935), las personas más expuestas al efecto de los compuestos orgánicos del plomo son los que lo producen y mezclan con gasolina, y afirma que el tetraetilo de plomo es probablemente el único compuesto que puede causar plomismo agudo cuando se absorbe por la piel, aun cuando hay más riesgo cuando se inhala en forma de vapores.

Desde 1920 se ha venido señalando el peligro a que están expuestos los mecánicos que trabajan en talleres de servicio, encargados de limpiar el plomo que se adhiere a la maquinaria,

y también para los trabajadores de las industrias que producen el tetraetilo de plomo, pero estos señalamientos no han prosperado y únicamente en algunos países los fabricantes de tetraetilo de plomo han acordado vender gasolina mezclada sólo a los repartidores al mayoreo y etiquetar las pipas en las gasolineras advirtiendo que ésta contiene plomo, que no debe ser usada para limpiar y que es peligroso que salpique la piel. Los cuadros de intoxicación por plomo difieren según se trate de intoxicaciones crónicas o agudas. En intoxicaciones leves, por bajas exposiciones, se reportan algunas de estas características.<sup>5,7</sup>

#### Signos y síntomas físicos:

- Pérdida del apetito.
- Disturbios del sueño, insomnio con sueño inquieto.
- Debilidad con pérdida de apetito y sueño.
- Dolor de cabeza y abdominal.
- Dolor abdominal.
- Constipación.
- Vómito o náuseas, especialmente en las mañanas.
- Temblores en la lengua y los dedos.
- Temblores reflejos exagerados y contracciones musculares (espasmos).
- Debilidad en la muñeca y en los dedos de la mano más usada en el trabajo.
- Debilidad ligera en los músculos extensores, especialmente en los dedos medio y anular, con la mano en posición prona.
- Baja presión sanguínea.

#### Alteraciones de la afectividad:

- Irritabilidad.
- Malestar o desazón.
- Acentuación de la introversión.
- Labilidad afectiva.
- Depresión-irritabilidad.
- Ansiedad.

#### Alteraciones en algunas funciones intelectuales y neuro-conductuales:

- Funciones visomotoras, coordinación óculo manual.
- Rapidez psicomotora, tiempos de reacción.
- Precisión en las ejecuciones.
- Atención y concentración.
- Memoria a corto plazo.
- Capacidad de abstracción verbal y visoespacial.

El cuadro de la fase aguda difiere no sólo en severidad, sino en sintomatología y signología. En esta fase se presenta:

- Coma.
- Delirios.
- Convulsiones, ataques epileptiformes.
- Ataque maniaco, semejante al Delirium Tremens.
- Pérdida parcial de conciencia.
- Movimientos involuntarios masivos, parecidos a los que se presentan en la "corea de Huntington".
- Todo esto precedido de dolores intensos de cabeza, trastornos

del sueño, irritabilidad creciente, estados de excitación y desórdenes de la visión.

- La recuperación es lenta, en ocasiones no se alcanza la normalidad y se mantienen secuelas de deterioro mental, ceguera parcial o total, parálisis parciales y ataques epileptiformes.
- La autopsia revela necrosis corticales y amplios edemas cerebrales.

### Lossolventes orgánicos

Con respecto a este tipo de sustancias, se encontró en la literatura especializada que, las alteraciones que se presentan por la inhalación de tolueno, benceno, n-hexano y xileno se reportan en un rubro general haciendo referencia a un “síndrome de neurotoxicidad por solventes orgánicos”.

En este sentido, Almirall<sup>3</sup> reporta las siguientes alteraciones neuroconductuales por inhalación de solventes orgánicos:

- Síntomas orgánicos y cambios de personalidad:
  - Labilidad afectiva.
  - Irritabilidad.
  - Alteraciones del sueño.
  - Fatiga (astenia).
  - Pérdida del equilibrio.
  - Cefaleas.
- Disminución del rendimiento intelectual general, siendo más acentuado en la esfera del pensamiento abstracto (funciones de cálculo y formación de conceptos).
- Disminución de la atención y la memoria (alertamiento y memoria a corto plazo).
- Alteraciones de la percepción (discriminación de patrones).
- Alteración de funciones psicomotoras (tiempos de reacción y coordinación óculo-manual).

En forma particular se reportan los resultados de algunas investigaciones realizadas con dosis controladas de las siguientes sustancias:

#### Tolueno<sup>7,9,10,11</sup>

- Síndrome motor, caracterizado por irregularidades al caminar.
- Daño auditivo.
- Alteraciones de la memoria.

#### Tolueno y xileno<sup>12,13,14,15</sup>

- Lentificación de los tiempos de reacción.

#### Tolueno y n-hexano<sup>13,12</sup>

- Síndrome motor y disminución de la audición.
- Alteraciones sensoriales.
- Alteraciones motoras.
- Alteraciones sensomotoras.
- Baja temperatura en las partes distales de las extremidades.
- Debilidad severa motora por lentificación de la conducción nerviosa.

- Alteraciones en la discriminación de colores (azul y amarillo, principalmente).

Haciendo un intento por resumir la información recabada, acerca de los síntomas y signos más relevantes de intoxicación temprana por exposición a sustancias neurotóxicas, es válido decir que éstos pueden englobarse en tres áreas de disfunción, señalando dentro de ellas diversos indicadores o características. Estas áreas e indicadores son:

#### a) Signos y síntomas físicos:

- Pérdida del apetito.
- Disturbios del sueño, insomnio con sueño inquieto.
- Dolor de cabeza.
- Dolor abdominal.
- Constipación.
- Vómito o náuseas, especialmente en las mañanas.
- Temblores en la lengua y dedos.
- Baja presión sanguínea.

#### b) Modificaciones de la personalidad y alteraciones de la afectividad (alteraciones psicológicas):

- Labilidad afectiva e irritabilidad.
- Acentuación de la introversión.
- Depresión.
- Ansiedad.

#### c) Alteraciones neuropsicológicas que afectan las funciones cognitivas y de la coordinación sensorial y motora:

- Alteraciones de las funciones visoespaciales (percepción y discriminación visual).
- Alteraciones de la atención y de la concentración.
- Alteraciones de la memoria a corto plazo.
- Alteraciones de la motilidad y de la coordinación visomotora.
- Alteraciones en la habilidad para la manipulación mental de información.
- Lentificación general de los tiempos de reacción.

### LA PSICOTOXICOLOGÍA

El daño neurológico ocasionado por la inhalación de sustancias tóxicas en sus primeros estadios difícilmente se detecta por exploración clínica o por los métodos habituales de laboratorio (análisis de orina y sangre, electroencefalograma o electromiograma), lo cual sí se logra por medio del estudio psicológico, con la aplicación de pruebas que detectan deficiencias finas a nivel de la integración afectiva de la personalidad y a nivel de las funciones intelectuales y de la coordinación sensomotriz.

La insuficiencia de los métodos clínicos por sí solos, y la frecuencia con la que en las historias médicas de sujetos expuestos a sustancias neurotóxicas se describen alteraciones en las funciones de los procesos psicológicos, los estados afectivos y la personalidad en periodos que preceden a las manifestaciones clínicas de la intoxicación, dio lugar a que, a partir de 1960 se comenzara a hablar de “toxicología de los procesos psíquicos y del comportamiento”.<sup>13</sup>

Poresa época, primero en lo que antes fue la Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas, sobre la base del estudio de la actividad refleja condicionada como indicador del estado funcional del sistema nervioso, y más tarde en los Estados Unidos, fundamentalmente a través de la evaluación psicométrica y psicológica, se inició un movimiento dentro de la toxicología laboral llamado psicotoxicología o toxicología de la conducta. Este movimiento en la actualidad puede ser definido diciendo que es “el estudio y evaluación de los cambios en los procesos y capacidades intelectuales, los estados afectivos y la personalidad, que tienen lugar a consecuencia de la exposición habitual a sustancias neurotóxicas”.<sup>3</sup>

En 1959 se celebró en Praga un Simposium Internacional sobre concentraciones máximas permisibles. En este evento se reconoció que “siendo los sistemas encargados de mantener el equilibrio psíquico interior y las funciones de interrelación los más vulnerables a la acción de las sustancias nocivas, el estudio de las alteraciones funcionales del sistema nervioso y la conducta debe colocarse en el centro de los estudios toxicológicos”.<sup>3</sup> Desde entonces se han realizado numerosas investigaciones, partiendo de la hipótesis de que “las alteraciones de orden psicológico pueden servir de indicadores tempranos de intoxicación por exposición crónica, y, por esta vía, contribuir a la detección de la enfermedad en etapas iniciales, cuando las alteraciones del sistema nervioso central son todavía reversibles”.<sup>3</sup>

Aun cuando no puede afirmarse que este objetivo se haya cumplido del todo, lo conseguido hasta el presente ha sido bastante alentador para que, en 1988, en una publicación de la Organización Mundial para la Salud se pueda leer: “para niveles más bien bajos de exposición, la evaluación psicológica es casi la única vía para determinar los efectos nocivos de las sustancias neurotóxicas”.<sup>13</sup>

#### LA NORMATIVIDAD OFICIAL CON RESPECTO A LOS NEUROTÓXICOS

Para proteger la salud de los trabajadores en los centros laborales, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social ha generado una serie de normas que regulan las condiciones de seguridad e higiene en que se debe ejecutar el trabajo.

Sin mencionar en particular las sustancias neurotóxicas, la Norma 10 (NOM-010-1994-STPS)<sup>14</sup> hace referencia a “la seguridad y la higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente de trabajo”.

Señala como objetivo, “establecer medidas para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, cuando las sustancias químicas, por sus propiedades, niveles de concentración y tiempos de acción sean capaces de contaminar el medio ambiente laboral y alterar la salud de los trabajadores,

así como los niveles máximos permisibles de concentración de dichas sustancias de acuerdo a los tiempos de exposición”.<sup>14</sup>

Refiere que, en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas, los patrones deben:

1. Adoptar medidas preventivas tomando en cuenta los siguiente:
  - 1.1. Las características físicas, químicas y toxicológicas de las sustancias.
  - 1.2. Las características de la fuente generadora.
  - 1.3. Las características, la naturaleza, el tiempo y la frecuencia de la exposición.
2. Efectuar el reconocimiento, la evaluación y el control necesario para prevenir alteraciones en la salud de los trabajadores expuestos.
3. Llevar, conservar y mantener actualizado el registro de los niveles de concentración y adoptar las medidas de seguridad e higiene tendientes al control de la exposición.
4. Elaborar procedimientos de salud, seguridad e higiene para los trabajadores expuestos.
5. Informar a los trabajadores de las posibles alteraciones en la salud por la exposición a las sustancias químicas que manejan.
6. Adiestrar y capacitar a los trabajadores y a los miembros de las comisiones de seguridad e higiene en los procedimientos de seguridad y medidas preventivas para proteger su salud.
7. Señalar con avisos de seguridad los locales de almacenamiento y las zonas de exposición a dichas sustancias.

En los casos de las empresas en donde se manejen, produzcan o almacenen sustancias químicas riesgosas, la norma señala que se deberán hacer evaluaciones periódicas en el ambiente de trabajo para determinar los niveles de concentración de estas sustancias. Cuando las concentraciones rebasen los niveles máximos permisibles se deberá:

1. Modificar o sustituir las sustancias por otras que no causen alteraciones en la salud.
2. Reducir al mínimo las concentraciones de las sustancias.
3. Efectuar modificaciones en los equipos y en los procedimientos de trabajo.

Cuando no sea posible reducir las sustancias a los límites permisibles se adoptarán, en este orden, algunas de las siguientes medidas:

1. Aislar las fuentes de contaminación en los procesos, los equipos o las áreas.
2. Aislar a los trabajadores.
3. Limitar los tiempos y frecuencias de exposición.
4. Dotar a los trabajadores del equipo de protección específico.
5. Promover, mediante exámenes médicos iniciales y periódicos, el mejoramiento de las condiciones de salud de los trabajadores que manejen o estén expuestos a estas sustancias.

Los niveles máximos permisibles se refieren a las concentraciones máximas de un elemento o compuesto químico

## VERTIENTES

que no debe superarse en los ambientes laborales. Este criterio contempla tres categorías:

- a) Concentración promedio ponderada en el tiempo (CPT): niveles máximos permisibles para ocho hrs de exposición.
- b) Concentración para la exposición a corto tiempo (CCT): El tiempo de exposición no deberá exceder de 15 min, hasta cuatro veces por jornada y con periodos de no exposición al menos de una hora entre dos exposiciones sucesivas.
- c) Concentración pico (P): límite que no se debe sobrepasar en ningún momento durante la exposición en el trabajo.

Para evaluar el grado de exposición, la norma considera cinco rangos, los cuales se describen en el Cuadro I:

Los niveles máximos permisibles para las diferentes sustancias químicas riesgosas aparecen en el Cuadro II que incluye 678 sustancias.

Además de la Norma 10, que en términos generales se refiere a sustancias químicas que pueden estar afectando el ambiente laboral, existen normas específicas para cada una de las sustancias, en las cuales se estipulan los procedimientos que

se deben seguir, en cuanto a la toma de muestras y análisis de laboratorio, para determinar los niveles de concentración en el ambiente. En caso de que alguna sustancia no esté incluida en la norma oficial nacional, se recurre a normas internacionales, que generalmente son las normas expedidas por la NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) o por la OSHA (Occupational Safety and Health Administration), ambas instituciones con sede en los Estados Unidos.

Se presentan en el Cuadro III los datos relativos a las sustancias neurotóxicas, así como las normas particulares que las contemplan.

### LA NORMATIVIDAD OFICIAL CON RESPECTO A LA PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

Además de la normatividad oficial, relativa al control de las sustancias químicas dañinas en el ambiente laboral, existen tres normas que hacen referencia a las medidas de protección y las prácticas a seguir para mantener el medio ambiente de trabajo libre de contaminantes y sustancias nocivas a la salud. La Norma 116 (NOM-116-STPS-1994)<sup>22</sup> habla de los respiradores y purificadores de aire que se deben utilizar contra partículas

Grado	Categoría	Descripción
0	No exposición	No exposición a la sustancia química
1	Exposición baja	Exposición poco frecuente o bajos niveles de concentración
2	Exposición moderada	Exposición frecuente a bajas concentración o exposición poco frecuente a altos niveles de concentración
3	Exposición alta	Exposición frecuente a altas concentraciones
4	Exposición muy alta	Exposición frecuente a muy altas concentraciones

Cuadro I. Criterios para evaluar el grado de exposición a agentes químicos de acuerdo a la NOM-011-STPS-1994.

Numeración en la norma	Sustancia	Concentración promedio ponderada en el tiempo		Exposición a corto tiempo		Concentración pico No permitida
		ppm(a)	mg/m <sup>3</sup> (b)	ppm(a)	mg/m <sup>3</sup> (b)	
333	N-Hexano	100	360	-	-	-
457	Plomo: polvos inorgánicos, humos y polvos (como p.v.)	-	0.15	-	0.45	-
515	Tolueno	100	375	150	560	-
552	Xileno (o-m-p-isómeros, piel)	100	435	150	655	-
No aparece	Estireno	No hay dato	No hay dato	No hay dato	No hay dato	-

Las concentraciones se expresan en ppm (a) y/o mg/m<sup>3</sup> (b).  
(ppm: p= presión de la atmósfera laboral en mm Hg, pm= peso molecular de la sustancia en cuestión).

Cuadro II. Concentración de los contaminantes para exposición laboral.

Sustancia y norma	Fecha de publicación	Medio ambiente	Rango	Procedimiento de captura y análisis	Instrumentación y equipo
Tolueno (NOM-050-STPS-1993) <sup>13</sup>	Dic. 16, 1996	Aire	145.5-582 ppm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absorción en carbón activado</li> <li>Desabsorción con disulfuro de carbono</li> <li>Análisis cromatografía de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bomba de muestreo personal</li> <li>Tubo de vidrio con carbón activado</li> </ul>
N-Hexano (NOM-096-STPS-1995) <sup>14</sup>	Oct. 26, 1993	Aire	Intervalo 208-836 mg/m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absorción en carbón activado</li> <li>Desabsorción con disulfuro de carbono</li> <li>Análisis cromatografía de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bomba de muestreo personal</li> <li>Tubo de vidrio con carbón activado</li> <li>Cromatógrafo de gases</li> </ul>
Plomo (plomo y compuestos inorgánicos de plomo) (NOM-033-STPS-1993) <sup>15</sup>	Abril 14, 1986	Aire	13-51.8 ppm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección por filtrado</li> <li>Desabsorción con disulfuro de carbono</li> <li>Análisis por espectrofotometría de absorción atómica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bomba de muestreo personal</li> <li>Filtro membrana mezcla de éster celulosa</li> <li>Espectrofotómetro de absorción atómica</li> </ul>
Estireno (NOM-049-STPS-1993) <sup>16</sup>	Oct. 23, 1993	Aire	420-1710 mg/m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absorción en carbón activado</li> <li>Desabsorción con disulfuro de carbono</li> <li>Análisis cromatografía de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bomba de muestreo personal</li> <li>Tubo de vidrio con carbón activado</li> <li>Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de flama (FID)</li> </ul>
Xileno (NOM-047-STPS-1993) <sup>17</sup>	Oct. 26, 1993	Aire	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absorción en carbón activado</li> <li>Desabsorción con disulfuro de carbono</li> <li>Análisis cromatografía de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bomba de muestreo personal</li> <li>Tubo de vidrio con carbón activado</li> <li>Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de flama (FID)</li> </ul>
Benceno (NOM-045-STPS-1993) <sup>18</sup>	Nov. 14, 1993	Aire	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absorción por carbón vegetal</li> <li>Desabsorción con disulfuro de carbono</li> <li>Análisis cromatografía de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bomba de muestreo personal</li> <li>Tubo de vidrio con carbón activado</li> <li>Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de flama (FID)</li> </ul>

Cuadro III. Procedimiento para evaluar las concentraciones de las sustancias de acuerdo a la NOM-016-STPS-1994).

nocivas, la Norma 16 (NOM-016-STPS-1994)<sup>23</sup> establece los requisitos de ventilación natural o artificial para la disponibilidad de aire con oxígeno adecuado para la respiración, y la Norma 114 (NOM.114-STPS-1994)<sup>24</sup> hace referencia a los procedimientos a seguir para la identificación y comunicación a los trabajadores de los riesgos que representan las diferentes sustancias químicas en los centros de trabajo.

Con respecto a los respiradores y purificadores de aire, la Norma 116 (NOM-116-STPS-1994) tiene aplicación y observancia para los fabricantes, importadores, distribuidores y comercializadores del equipo de protección respiratoria que, en conjunto o individualmente, protege al trabajador de la inhalación de elementos o sustancias peligrosas. Las especificaciones con respecto al tipo de filtro (químico o mecánico), a los materiales y a las modalidades (colectiva o individual) que se deberán utilizar será de acuerdo a la sustancia de que se trate, a la concentración de la misma en el ambiente y al tiempo de exposición por parte del trabajador.

La Norma 16 (NOM-016-STPS-1994) hace referencia a los sistemas de ventilación natural o artificial que contribuyen a mantener la disponibilidad adecuada de aire con oxígeno, cuando éste se encuentra enrarecido, ya sea por aire viciado, presencia de sustancias químicas, condiciones térmicas extremas y/o condiciones atmosféricas inflamables o explosivas.

De acuerdo con las condiciones que se presenten en cada ambiente de trabajo, la empresa deberá elaborar el procedimiento a seguir para verificar y monitorear periódicamente las condiciones de ventilación. Señala esta norma que cuando los procesos laborales generan polvos, humos, gases, vapores o neblinas de sustancias químicas, se deberá disponer de un sistema para extraerlos, de ser posible en la fuente, a fin de mantener en todo momento las concentraciones permisibles; se estipula además que, siempre que exista un sistema de extracción de aire, se deberá contar con otro para la reposición del aire extraído. Un aspecto importante que también señala la norma es que, debido a la utilización de sistemas de extracción al interior

de la empresa, se provoca la emisión de contaminantes a la atmósfera exterior y, en este punto, se deberá considerar lo establecido por la legislación en materia de ecología.

Por último, la Norma 114 (NOM-114-STPS-1994) se refiere al establecimiento de un sistema para la identificación y comunicación a los trabajadores, de los riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo. De acuerdo con las características físico-químicas o toxicidad, las concentraciones y los tiempos de exposición de las diversas sustancias químicas que intervienen en los procedimientos de operación, los trabajadores deben estar capacitados para reconocer el riesgo potencial y saber usar el equipo de protección personal adecuado.

Para esto se pide a la empresa que actualice y difunda entre los trabajadores la "Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas". Esta hoja contiene una serie de apartados en los cuales se deberá vaciar la información relevante sobre las sustancias que se manejan y hacerla llegar a los trabajadores.

Los apartados que contempla la Hoja de Datos de Seguridad son los siguientes:

1. Fecha de elaboración.
2. Fecha de revisión.

Sección I. Datos generales del responsable de la sustancia química.

Sección II. Datos generales de la sustancia química.

Sección III. Identificación de componentes.

Sección IV. Propiedades físico químicas.

Sección V. Riesgos de fuego o explosión.

Sección VI. Datos de reactividad.

Sección VII. Riesgos para la salud:

1a. parte. Efectos a la salud.

2a. parte. Emergencias y primeros auxilios.

Sección VIII. Indicaciones en caso de fuga o derrame.

Sección IX. Protección especial (equipo de protección personal, ventilación, etc.).

Sección X. Información sobre transportación.

Sección XI. Información sobre ecología.

Sección XII. Precauciones especiales (almacenamiento y manejo y otras precauciones).

Como se puede apreciar, la Normatividad Oficial Mexicana en Materia de Protección a la Salud de los Trabajadores, reglamenta en forma bastante completa las precauciones que se deben tomar a fin de controlar o disminuir los riesgos de trabajo y consecuentemente los daños a la salud.

## CONCLUSIONES

Para abordar el problema de los neurotóxicos, así como para el estudio de muchos otros riesgos presentes en ambientes laborales, el análisis de la situación que priva en México se podría hacer desde diferentes niveles de enfoque. Uno sería el nivel de

estudio de la normatividad y la reglamentación oficial vigente, otro nivel sería el estudio de lo que sucede en la realidad cotidiana que se vive en las empresas y un tercer nivel sería una propuesta de trabajo que buscara hacer coincidir los dos niveles anteriores, ya que parece que cada uno se refiere a dos realidades diferentes que no tienen nada que ver una con la otra.

Con respecto a la normatividad en materia laboral se tiene en México la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos, que es el documento máximo al cual debe supeditarse cualquier otra propuesta de reglamentación. Le sigue la Ley Federal del Trabajo y de ésta se deriva lo estipulado en las normas, los reglamentos y los convenios internacionales suscritos por México.

La normatividad laboral en general, y en particular la que se analiza en el presente artículo, es suficientemente explícita y, aun cuando puede mejorarse y enriquecerse en algunos incisos, señala con todo detalle las condiciones y los requisitos que se deben mantener en el ambiente laboral para proteger la salud de los trabajadores.

Con respecto a la realidad que se vive en las empresas, y sobre la cual debería tener ingerencia la normatividad, se puede decir que en muchas ocasiones las condiciones son muy diferentes y la normatividad queda como un documento sin vigencia alguna.

Con relación a las sustancias neurotóxicas, la Norma 114 (NOM-114-STPS-1994) pide que el proveedor señale con claridad y con el nombre técnico las sustancias que se incluyen en el producto que oferta y no solamente aparezca el nombre comercial. Estos datos deben ser conocidos por el empresario y darse a conocer a los trabajadores a través de un documento muy completo que, junto con otros datos referentes a las sustancias, deben publicarse bajo el nombre de Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas.

Entre los datos más importantes que este documento debe contener están: los riesgos a la salud, las especificaciones del equipo de protección personal, las indicaciones en caso de fuga o derrame, las acciones a tomar en emergencias y primeros auxilios y las precauciones especiales para su manejo y almacenamiento.

Como se puede observar, este documento proporciona información muy completa con respecto a las sustancias químicas. Si se mantiene actualizado, se difunde, se conoce a todos los niveles y se respeta debería ser suficiente para eliminar los riesgos, mantener un ambiente sano y salvaguardar la salud de los trabajadores.

Sin embargo, se puede afirmar que en la mayor parte de las empresas este documento no existe, no está actualizado y/o no se da a conocer a los trabajadores. Algo similar puede decirse de los respiradores y purificadores de aire y los sistemas de



ventilación. Muchas de las empresas que han sido visitadas realizan sus labores en ambientes poco ventilados y los trabajadores, los responsables de seguridad y los empresarios desconocen las sustancias que contiene un determinado nombre comercial.

Con respecto a los máximos permisibles en cuanto a tiempos de exposición de sustancias neurotóxicas, difícilmente los responsables de seguridad o los trabajadores conocen las concentraciones que existen en el ambiente ni los tiempos máximos de exposición permisibles para exposiciones promedio, para exposiciones a corto tiempo y para exposiciones pico.

Lo habitual es que, cuando un inspector enviado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social visita una empresa y considera que las concentraciones de las sustancias que se utilizan en los procesos rebasan los máximos permisibles, pide que se hagan las mediciones pertinentes. En estos casos, para que las mediciones tengan carácter oficial, deben ser hechas de acuerdo con los métodos de recolección y análisis de muestras que marca la norma correspondiente y deben además ser realizadas por laboratorios y por técnicos certificados y con aparatos con calibración vigente, misma que debe constar en un certificado expedido por el Instituto Nacional de Metrología.

Por otra parte, el cuidado de la salud de los trabajadores expuestos debería hacerse a través de evaluaciones periódicas y, en el caso particular de los neurotóxicos, por especialistas neuropsicólogos, ya que no se trata de realizar exámenes médicos periódicos o evaluaciones neurológicas, como es habitual que se realicen en el mejor de los casos. Como ya se señaló anteriormente, en los estadios tempranos de las afectaciones por inhalación de neurotóxicos sólo se detecta el daño incipiente a través de técnicas de medición conductuales y de funciones psicológicas diferenciadas. Para los médicos generales, e incluso para los médicos del trabajo y para la persona misma que los padece, estas primeras manifestaciones pasan desapercibidas o bien son atribuidas a otras causas. En el caso de trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas, aun cuando se mantengan las concentraciones dentro de los máximos permisibles, lo pertinente sería realizar diagnósticos neuropsicológicos periódicos, ya que éstos permiten detectar las primeras manifestaciones de la afectación, tales como lentificación de las funciones asociativas, incoordinación motriz incipiente, indiscriminación en cuanto a formas y conceptos y otras, lo que permitiría tomar oportunamente las medidas preventivas pertinentes, tales como disminuir las concentraciones, mejorar la ventilación, sustituir sustancias y rolar a los trabajadores.

La propuesta de trabajo interdisciplinario para el cuidado de la salud en ambientes laborales consiste en:

1. Abordar la problemática por riesgos específicos de trabajo, particularmente en aquellos casos en que el riesgo, por su

frecuencia y/o gravedad, represente un mayor peligro, como pueden ser las sustancias cancerígenas, teratogénicas o bien neurotóxicas, incluso cuando cabría hacer mención de muchos otros riesgos como ruido, temperaturas extremas, etc.

2. Integrar equipos interdisciplinarios que aborden la problemática desde la perspectiva de las diferentes especialidades que intervienen.

3. En el caso de los neurotóxicos, el equipo interdisciplinario estaría integrado por médicos del trabajo, neurólogos, neuropsicólogos, químicos, ingenieros químicos e industriales y psicólogos. El equipo de profesionistas de la salud (médicos del trabajo, neurólogos y neuropsicólogos) estaría encargado de evaluar, controlar y prevenir los daños a la salud en los trabajadores, el equipo técnico (especialistas en higiene industrial, químicos e ingenieros químicos e industriales) sería el responsable de evaluar, prevenir y controlar el riesgo en el proceso y en el ambiente de trabajo, y los psicólogos serían los reponsables de la intervención administrativa en programas de concientización y modificación de actitudes entre los empresarios y programas de capacitación y desarrollo de hábitos de autocuidado en aspectos de salud entre los trabajadores.

4. En lo referente a las sustancias neurotóxicas, la normatividad vigente sobre máximos permisibles resulta difícil de aplicar, ya que la acción patógena depende no sólo de las concentraciones de la exposición, sino también de otros factores que deben ser tomados en cuenta para acciones de tipo preventivo, como son las horas diarias de exposición, el equipo de protección que se utiliza, la tolerancia o vulnerabilidad del organismo y el hecho de que la exposición sea a un tóxico específico o a una mezcla de varios, lo que estaría generando una acción sinérgica. En este renglón se hace necesaria la intervención de equipos interdisciplinarios de investigadores, de preferencia integrados a alguna institución académica, que desarrollen estudios específicos sobre el tema y cuyos resultados se den a conocer en otras instancias oficiales, tales como la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Se piensa que a través de este nuevo enfoque acerca de la forma de abordar y actuar sobre el problema que representa la salud en el trabajo, se pueden lograr mejores resultados, que con intervenciones aisladas, inconexas y muchas veces parciales e incompletas como se ha venido haciendo, a pesar de la buena disposición con que se actúa.

## REFERENCIAS

1. Mills Paul K. Correlation analysis of pesticide use. Data cancer incidents rate in California Counties. U.S. Department of Health and Human Services, Washington D.C., 1999.
2. Schwab A.P., Pesticide and other toxic organic in soil and their potential for ground and surface wather contamination, National Tecnical Information Service, Kansas State University, 1999.

3. Almirall Hernandez P., *et al.*, Manual de recomendaciones para la evaluación psicológica en trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas, Instituto de Medicina del Trabajo, Depto. de Psicología, La Habana, Cuba, 1993, pág. 38-53.
4. Bleecker Margit L., Clinical neurotoxicology: detection of neurobehavioral and neurological impairments occurring in the workplace and the environment, Archives of Environmental Health, may/june, 1984, Vol. 39, No. 3, pág. 213-218.
5. Hamilton A., Hardy H.L., Industrial toxicology, Psg. Publishing Co., Inc., Littleton Mass., U.S.A. 1985, pág. 97-110.
6. Rom W.N., Environment and occupational medicine, Edit. Lippincott-Raven, N.Y., 1998.
7. Hartman D.E., Neuropsychological toxicology: identification and assessment of neurotoxic syndromes, Arch- Clin- Neuropsychology, 1987, 2/1 (45-65).
8. Ariens E.J., Simonis A.M., Offerneier J., Introduction to general toxicology, Academic Press Inc., New York, U.S.A., 1986, pag. 56-68.
9. Bechtold W.E., Lucier G., Birnbaum L.S., Yin S.N., Li G.L., Henderson R.F., Muconic acid determinations in urine as a biological exposure index for workers occupationally exposed to benzene, Journal Announcement: 9203, 1991, 52 (11), pág. 473-8.
10. Hinman D.J., Biphasic dose-response relationship for effects of toluene inhalation on locomotor activity, Pharmacol-biochem-behav, 1987, 26/1 (65-69).
11. Ikeda M., Public health problems of organic solvents, Toxicol. Lett., 1992, 64-65 Spec. No. pp 191-201, Dec.
12. Pryor G.T., A toluene-induced motor syndrome in rats resembling seen in some human solvent abusers. Journal Announcement: 9201, 1991, 13 (4), pág. 387-400.
13. Pryor G.T., Robert C.S., Interactive effects of toluene and hexane on behavior and neurophysiologic responses in fischer-344 rats, Journal Announcement: 9211, 1992, 13 (1), pág. 225-34.
14. Hornes J.T., Fillex C.M., Rosemberg N.L., Neurologic sequelae of chronic solvent vapor abuse, Neurology, 1986, 36/5 (698-702).
15. Maizlish Neil, Feo Oscar, Alteraciones neuropsicológicas en trabajadores expuestos a neurotóxicos, Salud de los Trabajadores, enero 1994, Vol. 2, No. 1, p 6-34.
16. Kawai T., Yasugi T., Mizunuma K., Horoguchi S., Morioka T. Miyashita K., Monitoring of workers exposed to a mixture of toluene, styrene and methanol vapours by means of diffusive air sampling, blood analysis and urinalysis, Arch. Occup. Environ Health, 1992, 63 (6) pp 429-35.
17. Norma 10 (NOM-010-STPS-1993), fecha de publicación en el Diario Oficial octubre 26 de 1993.
18. Norma 50 (NOM-050-STPS-1993), fecha de publicación en el Diario Oficial octubre 26 de 1993.
19. Norma 96 (NOM-096-STPS-1995), fecha de publicación en el Diario Oficial agosto 31 de 1995.
20. Norma 33 (NOM-033-STPS-1993), fecha de publicación en el Diario Oficial octubre 26 de 1993.
21. Norma 49 (NOM-049-STPS-1993), fecha de publicación en el Diario Oficial octubre 26 de 1993.
22. Norma 47 (NOM-047-STPS-1993), fecha de publicación en el Diario Oficial octubre 26 de 1993.
23. Norma 45 (NOM-045-STPS-1993), fecha de publicación en el Diario Oficial octubre 26 de 1993.
24. Norma 116 (NOM-116-STPS-1995), fecha de publicación en el Diario Oficial octubre 5 de 1995.
25. Norma 16 (NOM-016-STPS-1993), fecha de publicación en el Diario Oficial octubre 26 de 1993.
26. Norma 114 (NOM-114-STPS-1995), fecha de publicación en el Diario Oficial octubre 4 de 1995.
27. Betancourt, Oscar, Reflexiones para la investigación de la salud de los trabajadores, Salud de los Trabajadores, enero, 1994, Vol. 2, No. 1, pág. 35-48.
28. Chakrabarti S., Tuchweber B., Studies of nephrotoxicity due to mixed exposure to styrene and toluene, Toxicol. Lett., 1987, 39 (1) pp 27-34, Nov.
29. Dudek B., Gralewicz K., Jakabowski M., Sokal J., Nebehavioral effects of experimental exposure to toluene, xylene and their mixture, Journal Announcement: 9204, 1990, 3 (1), pág. 109-16.
30. Hawkin N.C., Conservatism in maximally exposed individual (mei) predictive exposure assessment: a first-cut analysis. Journal Announcement: 9206, 1991, 14 (2), pág. 107-17.
31. Hayes W.J. Jr., Toxicology of pesticides, Williams & Wilkins, Baltimore, U.S.A, 1975.
32. Kawai T., Yasugi T., Mizunuma K., Comparative evaluation of urinalysis and blood analysis as means of detecting exposure to organic solvents at low concentrations, Arch. Occup. Environ. Health, 1992, 64 (4), pp 223-34.
33. Lee H.S., Phoon W. H., Diurnal variation in peak expiratory flow rate among workers exposed to toluene diisocyanate in the polyurethane foam manufacturing industry, British Journal of Industrial Medicine, 1992, 49 (6) pp 423-7, Jun.
34. Lezak Muriel D., (1983) Neuropsychological assessment, Oxford University Press, USA.
35. Lund U.H., Hormone status in occupational toluene exposure, American Journal of Occupational Medicine, 1992, 22 (1): 99-107.
36. Popp W., *et al.*, Investigations of the frequency of dna strand breakage and cross linking and of sister chromatid exchange frequency in the lymphocytes of female workers exposed to benzene and toluene, Journal Announcement: 9205, 1992, 13 (1), pág. 57-61.
37. Pryor G.T., Rebert C.S., Howd R.A., Hearing loss in rats caused by inhalation of mixed xylenes and styrene, Journal of Appl. Toxicol., 1987, 7 (1), pp 55-61. Feb.
38. Rasmussen Kurt, *et al.*, Psychometric tests for assessment of brain function after solvent exposure, American Journal of Industrial Medicine, 1993, 24: pág. 553-65.

39. Rom M.A. Volatile substance abuse: a review of possible long-term neurological, intellectual and psychiatric sequelae, *Br. J. Psychiatry*, 1986, 148 Mar (235-246).
40. Sasiadek M., Jagielski J., Genotoxic effects observed in workers occupationally exposed to organic solvents, *Journal Announcement*, 1990, 9204, 3 (1), pág. 103-8.
41. SF: Niosh, regional brain distribution of toluene in rats and in a human autopsy, *Archives of Toxicology*, 1992, Vol. 66, No. 2, pp 153-156.
42. SF: Toxibib, irreversible effects in rats of toluene (inhalation) exposure for six months, *Pharmacol-Toxicol*; 1991, Vol 68, ISS 5, pp 384-90.
43. Silva Filho A.R., Pires M.L., Shiotsuki N., Anticonvulsant and convulsant effects of organic solvent, *Journal Announcement*: 9206, 1992, 41 (1), pág. 79-82.
44. Smith T.J., Occupational exposure and dose over time: limitations of cumulative exposure, *Journal Announcement*: 9207, 1992, 21 (1), pág. 35-51.
45. Spear R.C., *et al.*, Modeling benzene pharmacokinetics across three sets of animal data: parametric sensitivity and risk implications, *Journal Announcement*: 9205, 1991, 11 (4), pág. 641-54.
46. Stoltenburg G., *et al.*, Specific neurotoxic effects of different organic solvents on dissociated cultures of the nervous system, *Journal Announcement*: 9211, 1992, 13 (1), pág. 161-4.
47. Subrahmanyam V.V., Ross D., Eastmond D.A., Smith M.T., Potential role of free radicals in benzene-induced myelotoxicity and leukemia, *Journal Announcement*: 9204, 1991, 11 (5), pág. 495-515.
48. Valenzuela Montuy V.J., García Castillo P.D., Investigación del riesgo relativo a la intoxicación crónica por plomo en trabajadores de gasolineras en la zona oriente de la Ciudad de México, *Boletín de Investigación, Educación y sus Nexos*, ISBN: en trámite, 1994, 1 (0), pág. 39.
49. Wolff S.P., Correlations between car ownership and leukaemia: is non occupational exposure to benzene from petrol and motor vehicle exhaust a causative factor in leukemia and lymphoma, *Journal Announcement*: 9206, 1992, 48 (3), pág. 301-4.