



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**EVALUACIÓN NEUROCONDUCTUAL A TRABAJADORES  
EXPUESTOS A DISOLVENTES, UNA COMPARACIÓN.**

**REPORTE DE INVESTIGACIÓN**

**LICENCIADO EN PSICOLOGÍA**

**MENDEZ OSNAYA LIZBETH**

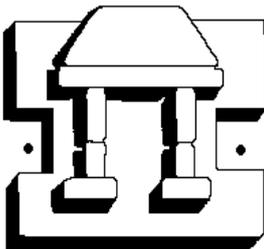
**ASESOR: RAMÍREZ PÁEZ JOSE ANTONIO**

**DICTAMINADOR: JUÁREZ GARCÍA ARTURO**

**DICTAMINADOR: FRÍAS ARROYO IRMA BEATRIZ**

**TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

**2004**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

## **A MIS PADRES:**

**Por su incesante apoyo y por la oportunidad que me han dado a cada instante y en cualquier circunstancia, ahora más que nunca.**

**A mi madre y hermana por estar siempre ahí y ayudarme a continuar día tras día y sin dejarme desfallecer en ningún momento.**

**Gracias por todo.**

**Lizbeth**

**A MI ASESOR:**

**A ti Toño por haberme ayudado y apoyado cuando más lo necesite y brindarme ese aliento que nunca olvidaré; gracias por estar siempre ahí.**

**Usted es alguien más que especial para mí, porque tiene una gran calidad no solo como maestro, sino como persona, dándome siempre un camino diferente y siempre ver hacia delante.**

**Gracias por todo.**

**Lizbeth**

# EVALUACIÓN NEUROCONDUCTUAL DE TRABAJADORES EXPUESTOS A DISOLVENTES, UNA COMPARACIÓN.

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN.	3
CAPITULO 1. Relación sustancias químicas – trabajo.	7
1.1 Salud y Trabajo.	8
1.2 Sustancias químicas en el trabajo	15
1.3 Efectos generales de sustancias químicas en la salud	19
1.4 Disolventes y su impacto en la salud.	23
CAPITULO II. Psicología y Neurotóxicidad.	26
2.1 Principios de toxicología: intoxicación, niveles de exposición.	27
2.2 Toxicocinética	35
2.3 Neurotóxicidad	39
2.4 Psicotoxicología	42
CAPITULO III Estudio de campo.	47
3.1 Hipótesis	49
3.2 Método	50
3.2.1 Población	50
3.2.2 Situación	51
3.2.3 Materiales	52
3.2.4 Definición de Variables	54
3.2.5 Diseño	55
3.2.6 Procedimiento	55
CAPITULO IV Resultados.	56
CAPITULO V Discusión y conclusiones.	65

## RESUMEN

En las industrias existen riesgos químicos inminentes que perjudican la salud, tales como: disolventes, sustancias neurotóxicas. A los que muchos trabajadores están potencialmente expuestos día con día, a uno o más de ellos, lo cual representa un serio problema para la salud, ya que cada año se introducen cientos de productos químicos nuevos.

La exposición a los productos químicos puede causar o contribuir a muchos efectos serios sobre la salud tales como enfermedades del corazón, lesiones a riñones, los pulmones, esterilidad, cáncer, quemaduras y erupciones. Algunos productos químicos pueden presentar también riesgos para la seguridad del trabajador; por ello, la importancia de investigaciones sobre evaluaciones neuroconductuales y los diversos efectos que producen los disolventes en trabajadores. Este estudio llevó a cabo una investigación en trabajadores expuestos a disolventes de una empresa productora de pinturas, cuyo objetivo fue evaluar a trabajadores expuestos a disolventes, mediante el uso de métodos neuroconductuales, para determinar si existen diferencias significativas entre trabajadores expuestos y no expuestos, los resultados indicaron que si existen diferencias significativas, donde se utilizó la prueba t de student para grupos independientes, por lo que en una de la pruebas no se encontró diferencia significativa el cual fue el Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Toxicidad, ésta prueba muestra que no existen diferencias entre los grupos, lo cual indica que las personas que se encuentran expuestas a disolventes no se ven afectados en su comportamiento; a diferencia de las demás pruebas en las que si se encontró diferencia las cuales fueron: la prueba Tiempo de Reacción Simple, la prueba de Retención de Dígitos, la prueba de Símbolos y Dígitos, la prueba Retención Visual de Benton y por último la prueba Rapidez y Precisión Motriz, esto indica que hay un efecto significativo de alteraciones, en funciones de reconocimiento, percepción, memoria, asociación y discriminación entre los trabajadores expuestos y no expuestos a disolventes.

## INTRODUCCIÓN.

En la actualidad se han generado una serie de cambios importantes que han ocasionado una relación ambiente-tóxico-salud, trastocando el actuar de los individuos al interior y exterior de sus organizaciones impactando, considerablemente sus estilos de vida y reproduciendo nuevas necesidades y conflictos. Esta época se ha caracterizado por un desarrollo de nuevas fuentes de energía y de tecnología. Las costumbres y usos tradicionales dentro de las actividades cotidianas se han visto renovadas por una serie de innovaciones que han posibilitado mejoras a sus finalidades, automatizando procesos y desarrollando una mayor tecnología en comunicaciones.

Sin embargo, esta ventaja ha traído consigo cambios que han influido desfavorablemente la calidad de vida de quienes interactúan de cerca con los nuevos procesos tecnológicos. En especial en el área industrial, la incorporación de nuevos productos químicos conocidos como nocivos, han afectado directamente la integridad física y psicológica de quienes se encuentran en contacto directo con ellos, aún cuando existen medidas de seguridad empleadas, de tal manera que las personas se encuentran cada vez más expuestos a una gran variedad de sustancias tóxicas que degeneran la salud mental y el comportamiento social, creando grandes consecuencias a nivel individual y social.

El uso mundial de millones de toneladas de tóxicos ha ocasionado contaminación laboral y del ambiente en general, y representa un gran impacto negativo sobre la salud. Esta consecuencia es una de las promotoras del incremento de la relación entre la enfermedad y las condiciones de trabajo.

Hoy es ampliamente conocido que un gran número de sustancias de uso industrial producen severos efectos negativos sobre la salud de los trabajadores. Estas sustancias constituyen un grupo heterogéneo de compuestos y mezclas químicas, altamente volátiles aún a temperatura ambiente, clasificándose en

hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos, cíclicos, aromáticos, halogenados, aminas, esteres aldehídos, éteres, metales pesados entre otros (Brailowsky, 1995).

Con relación a los efectos tóxicos agudos y crónicos, bien se sabe que los principales órganos blancos son: el Sistema Nervioso Central, Hígado y el Riñón; por tanto su acción se manifiesta en síntomas de neurotoxicidad, alteraciones de los procesos psicológicos, daño neurológico, además de otras consecuencias como los mutagénicos, teratogénicos y cancerígenos (Vega, 1985a).

Algunos de los procedimientos útiles para la detección de los efectos producidos por sustancias tóxicas, son la evaluación neuroconductual y neurofisiológica que permiten tener un esbozo de las alteraciones tempranas que preceden a una intoxicación crónica, lo cual se ha dejado de lado, ya que la industria no le ha dado la suficiente importancia a la prevención o atención adecuada de las repercusiones que puedan traer consigo las sustancias químicas para el ser humano, abandonando el diagnóstico oportuno y limitando una buena salud ocupacional por los elevados costos que podría traer consigo tanto en terapias, rehabilitaciones o incapacidades permanentes.

La importancia de la investigación en salud ocupacional plantea una respuesta a la necesidad de investigación en la comunidad y, en específico, dentro del ámbito laboral; por tanto, la Salud Ocupacional tratada en este trabajo y en particular el estudio de las sustancias tóxicas es de vital importancia para la salud humana y en específico para los trabajadores, que son explotados por el sector industrial al que los considera como personas automatizadas donde su cuidado y salud no son importantes. En especial interesa, estudiar los procesos intelectuales que están vinculados con sustancias químicas, con neurotóxicos, para lo cual es necesario aplicar técnicas que permitan evaluar procesos psicológicos.

Este trabajo, al igual que otras investigaciones, parten de los estudios de salud ocupacional que se realizan en la FES- Iztacala, acerca de los efectos neuroconductuales en trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas, disolventes de tipo industrial y entre ellas se encuentran investigaciones realizadas por Jaimes y Ramos (1989), Zavala (1992), Feroso (1993) y Avitia y Sánchez (1995).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar a trabajadores expuestos a disolventes, mediante el uso de métodos neuroconductuales, para determinar si existen diferencias significativas entre trabajadores expuestos y no expuestos (25\*25) con una batería conformada por el Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Toxicidad, Tiempo de Reacción Simple, Símbolos y Dígitos, Retención Visual de Benton, Rapidez y Precisión Motriz y Retención de Dígitos, la cual nos arrojará datos importantes para la Investigación; en este escrito, se presenta el Capítulo 1 que habla de la relación existente entre las sustancias químicas y el trabajo, tomando en cuenta que el trabajo tiene cierta influencia sobre la salud de tal manera que se presentan ciertas afectaciones dependiendo de la situación laboral, de organismo y de las sustancias con las cuales interactué; no importando al sector industrial que tanto afecte las condiciones de éste; el tipo de sustancias químicas en el sector laboral, los efectos, dónde son utilizadas y que repercusión tienen las sustancias neurotóxicas en nuestra salud.

El segundo capítulo describe aspectos de la Psicología y Neurotoxicidad, mencionando los principios básicos para entender la toxicología y las dos ramas en que se divide, la intoxicación y los diferentes tipos de exposición que se pueden encontrar, la Neurotoxicología la cual contribuye a la evaluación de los efectos producidos por los químicos y sus efectos, la Psicotoxicología la cual trata del estudio y evaluación de los cambios en los procesos y capacidades psíquicas donde son reflejadas por medio de una evaluación neuroconductual.

El tercer capítulo precisamente describe el estudio de campo, donde se observa la conjunción de dos ramas para un solo beneficio el del estudio y prevención de los neurotóxicos en la salud; asimismo, se plantea claramente el método, población, situación, materiales y la batería utilizada para la investigación, las variables, el procedimiento y los resultados ya arrojados en el estudio; la discusión, conclusiones a las que se llegaron en esta investigación y por último la bibliografía y anexos.

## **CAPITULO I.**

### **RELACIÓN SUSTANCIAS QUÍMICAS- TRABAJO.**

## **CAPITULO I. RELACIÓN SUSTANCIAS QUÍMICAS- TRABAJO.**

De acuerdo con la OMS, la Salud Ocupacional es una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores mediante la prevención y el control de enfermedades, accidentes y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo. Además procura generar y promover el trabajo seguro y sano, así como buenos ambientes y organizaciones de trabajo realzando el bienestar físico mental y social de los trabajadores, respaldar el perfeccionamiento y el mantenimiento de su capacidad de trabajo; ésto suele ser afectado por las distintas condiciones a las cuales se encuentra expuesto el trabajador, donde algunos factores físicos, químicos y ambientales afectan de tal manera que puede provocar daños irreversibles o hasta la misma muerte.

La neurotoxicidad es un grave problema de salud pública debido al incremento de sustancias neurotóxicas y a la gran cantidad de trabajadores expuestos. Gran cantidad de sustancias de uso común en la industria, tales como solventes, metales y plaguicidas, provocan alteraciones neurotóxicas a concentraciones por debajo de los límites permisibles, produciendo cambios importantes en funciones psicológicas y el comportamiento.

### **1.1 Salud y Trabajo.**

Las actividades productivas del país, su industrialización y el desarrollo tecnológico alcanzado, han repercutido en la salud de los trabajadores, cambiando la relación entre trabajador – enfermedad, al grado que se presentan enfermedades nuevas como el síndrome del mouse (donde el uso excesivo del mouse de la computadora, los tendones de los dedos llegan a la atrofización de tal manera que la movilización normal de los dedos ya no existe y pareciera ser que se sufre de artritis), enfermedades crónico-degenerativas y la intoxicación por disolventes entre otras.

La enfermedad en el trabajo es definida por la Ley Federal del Trabajo en su artículo 475 donde se menciona que la “Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo en donde el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios” (Ley Federal del Trabajo, 2003).

Precisamente el ámbito laboral es un escenario donde se han exacerbado los accidentes que retardan la productividad y agravan la salud del trabajador; como se dijo, ésto puede deberse a las nuevas condiciones de trabajo lo cual incrementa los riesgos laborales.

Anualmente la Secretaría del Trabajo y Previsión Social registra accidentes laborales y en el trayecto al centro de trabajo; ésto es debido a que algunas empresas no alcanzan el cumplimiento de seguridad expedida por la Ley del Trabajo; a continuación se presenta un cuadro N° 1. donde se ve estadísticamente los accidentes y enfermedades de trabajo, representada por empresas, trabajadores, accidentes y enfermedades.

ESTADÍSTICA NACIONAL DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DE TRABAJO 2002								
EMPRESAS, TRABAJADORES, ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DE TRABAJO E INDICADORES								
Entidad	Empresas	Trabajadores	Accidentes de Trabajo	Enf. de Trabajo	Total	INDICADORES		
						Acc. de Trab. cada 100 Trab.	Enf. de Trab. cada 10,000 Trab.	Acc. y Enf. de Trab. x cada 100 Trab.
TOTAL NACIONAL	804,389	12,112,405	302,970	4,511	307,481	2.5	3.7	2.5
AGUASCALIENTES	11,821	163,155	4,107	40	4,147	2.5	2.5	2.5
BAJA CALIFORNIA	35,825	563,046	13,706	7	13,713	2.4	0.1	2.4

CAMPECHE	5,160	93,785	1,736	0	1,736	1.9	0.0	1.9
COAHUILA	29,308	496,523	11,947	379	12,326	2.4	7.6	2.5
COLIMA	7,282	80,252	1,917	4	1,921	2.4	0.5	2.4
CHIAPAS	12,455	126,359	1,672	0	1,672	1.3	0.0	1.3
CHIHUAHUA	34,497	630,516	11,768	195	11,963	1.9	3.1	1.9
DISTRITO FEDERAL	107,245	2,187,206	59,184	797	59,981	2.7	3.6	2.7
DURANGO	11,781	165,990	4,477	4	4,481	2.7	0.2	2.7
GUANAJUATO	39,366	512,078	10,427	319	10,746	2.0	6.2	2.1
GUERRERO	12,301	117,515	2,593	36	2,629	2.2	3.1	2.2
HIDALGO	11,517	147,174	3,548	1,013	4,561	2.4	68.8	3.1
JALISCO	70,583	938,137	30,746	86	30,832	3.3	0.9	3.3
MÉXICO	51,227	1,022,775	28,920	1,125	30,045	2.8	11.0	2.9
MICHOACAN	24,521	248,605	5,189	47	5,236	2.1	1.9	2.1
MORELOS	10,036	147,114	3,301	10	3,311	2.2	0.7	2.3
NAYARIT	9,498	78,415	1,981	2	1,983	2.5	0.3	2.5
NUEVO LEON	56,845	927,811	27,630	32	27,662	3.0	0.3	3.0
OAXACA	11,487	118,420	3,336	15	3,351	2.8	1.3	2.8
PUEBLA	23,438	402,302	8,553	87	8,640	2.1	2.2	2.1
QUERETARO	15,566	247,465	4,435	18	4,453	1.8	0.7	1.8
QUINTANA ROO	11,061	172,576	3,152	0	3,152	1.8	0.0	1.8
SAN LUIS POTOSI	17,532	229,125	5,786	25	5,811	2.5	1.1	2.5
SINALOA	32,733	341,608	8,766	5	8,771	2.6	0.1	2.6
SONORA	31,282	343,300	9,852	55	9,907	2.9	1.6	2.9
TABASCO	9,882	113,141	2,206	0	2,206	1.9	0.0	1.9
TAMAULIPAS	33,473	507,249	12,300	17	12,317	2.4	0.3	2.4
TLAXCALA	3,620	74,835	1,126	45	1,171	1.5	6.0	1.6
VERACRUZ	39,654	525,117	9,986	9	9,995	1.9	0.2	1.9
YUCATAN	14,569	206,702	4,249	3	4,252	2.1	0.1	2.1

ESTADÍSTICA NACIONAL DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES DE TRABAJO 2002										
ENFERMEDADES DE TRABAJO, SEGUN NATURALEZA DE LA LESION.										
NATURALEZA DE LA LESION	1998		1999		2000		2001		2002	
	Numero	%								
T O T A L	1,945	100.0	3,457	100.0	5,557	100.0	5,477	100.0	4,511	100.0
Trastornos del oído y sorderas traumáticas	952	48.9	1,523	44.1	2,497	45.1	2,637	48.1	2,027	44.9
Afecciones respiratorias debidas a emanaciones y vapores de origen químico	130	6.7	574	16.4	1,353	24.4	1,147	20.9	1,014	22.5
Neumoconiosis debida a otro tipo de sílice o silicatos	354	18.2	558	16.1	556	10.0	574	10.5	526	11.7
Antracosilicosis	180	9.3	144	4.2	170	3.1	362	6.6	191	4.2
Bronquitis crónica	42	2.2	119	3.4	108	2.0	123	2.2	160	3.5
Dermatitis de contacto y otro eczema	128	6.6	139	4.0	147	2.7	108	2.0	74	1.6
Trastornos mentales y del comportamiento	4	0.2	11	0.3	25	0.5	41	0.7	63	1.4
Trastornos de la cápsula sinovial, de la sinovia y de los tendones	27	1.4	36	1.0	35	0.6	44	0.8	45	1.0
Neumoconiosis debida a otro polvo inorgánico	11	0.6	26	0.8	54	1.0	13	0.2	16	0.4
Efecto tóxico del plomo y sus compuestos (incluso las emanaciones)	26	1.3	23	0.7	13	0.2	10	0.2	12	0.3
Trastornos del túnel carpiano	1	0.1	4	0.1	9	0.2	7	0.1	9	0.2
Varios de frecuencia menor	90	4.6	300	8.7	570	10.3	411	7.5	374	8.3

Cuadro N° 2. muestra en el 2002, la Estadística Nacional de acuerdo a accidentes y enfermedades de acuerdo a la jornada laboral.

Con respecto al mejoramiento de calidad de vida, se menciona que deben de tomarse en cuenta los factores internos y externos que afectan a la salud, donde se incluye a la industria, que contribuye a la afectación de la salud de manera importante, se coincide en que la calidad de vida está relacionada con la salud, es un concepto multidimensional que incluye las áreas del status funcional, bienestar psicológico y funcional, las percepciones médicas y los síntomas relacionados con la enfermedad y el tratamiento y que además actualmente no existe un instrumento único, genérico o específico que pueda considerarse patrón para la evaluación de la calidad de vida (Lugo, Barroso y Fernández, 1996).

La OMS ha promulgado que la salud no sólo es ausencia de enfermedades, sino el pleno bienestar físico, psíquico y social; ésto con la finalidad de contribuir a la protección y bienestar del trabajador. En este sentido, la OMS menciona que la salud empieza dentro del hogar, la escuela y el trabajo; por ello, es necesario que exista una estrecha relación entre empresarios y trabajadores para alcanzar una mejor calidad dentro del trabajo (Fernícola y Jage, 1985).

Dada esta relación es necesario conocer los factores de riesgo dentro del trabajo que generan efectos sobre la salud; Odonne, (1976), clasifica por grupos a los factores de riesgo:

#### Físicos y Climáticos:

- ❖ La luz: si ésta no llega a ser suficiente dentro del ambiente laboral, si está mal distribuida o si en dado caso es excesiva puede causar daños a la vista y producir cansancio y causar accidentes.
- ❖ El ruido: dentro del ambiente laboral debe de evaluarse la intensidad, su duración. Si el ruido fuese más elevado del permitido provoca cansancio en el trabajo, genera perturbaciones nerviosas y circulatorias además de producir daños auditivos.
- ❖ La temperatura, la ventilación y la humedad: deben de encontrarse en equilibrio, si superan los límites pueden aumentar el grado de fatiga, de transpiración y debilitar al trabajador hasta el grado de un colapso.

Otros grupos, según Odonne (Op cit), son la fatiga, los ritmos excesivos de trabajo, saturación de los tiempos, responsabilidades, ansiedad, la mecanización del trabajador y posiciones forzadas. La fatiga contribuye a degenerar el estado

óptimo de la salud, existen dos tipos de fatiga en donde la primera, es una derivación del esfuerzo físico y mental más o menos prolongado, pero puede ser disminuida o eliminada con el descanso y una adecuada alimentación; la segunda es una acumulación de las malas condiciones físicas aunado a posiciones incómodas y factores anteriormente mencionados.

Dentro de las mismas condiciones de trabajo la fatiga puede llegar a generarse por efectos de la monotonía existente, la repetición, el ritmo excesivo de trabajo, la saturación de los tiempos, la responsabilidad, ansiedad, posiciones forzadas; todo esto trae consigo una mecanización del trabajador limitando a la persona a seguir movimientos repetidos y definidos; provocando lo que se conoce como Fatiga Industrial que difícilmente hará que la persona se recupere, ya que no es un problema físico como en el factor anterior, sino de origen psíquico (Odone, 1976).

Almirall, (2001b) plantea que los factores de riesgo más importantes son, sin duda, aquellos que expresan una disminución del comportamiento psicofísico, una valoración subjetiva negativa y la disminución del estado de ánimo. Repercuten sobre el rendimiento y la productividad disminuyendo la eficiencia del trabajador; además de no poder traducirse en datos clínicos, pero representan un desbalance en el estado funcional el cual desencadena una enfermedad.

Almirall (Op cit), afirma que el factor psíquico está constituido por:

- ❖ Estado de salud general
- ❖ Capacidad sensorial con respecto a la actividad
- ❖ Carácter
- ❖ Conocimientos, capacidades y habilidades
- ❖ Entrenamiento y experiencia
- ❖ Motivación, satisfacción e insatisfacción.
- ❖ Estado emocional.

La investigación realizada por Hurtado, Pando y Aguilar, (2000), representa un intento por identificar los factores de riesgo asociados a la mortalidad por accidentes de trabajo del IMSS en el estado de Jalisco. Se investigaron 33 defunciones durante 1996, se obtuvo una tasa de incidencia de 10000 trabajadores de 1.6 expuestos al riesgo. El trabajo fue realizado por medio de la revisión de los expedientes referente a las personas fallecidas, en donde el género predominante fue el masculino con un 97% (32 casos) y una sola trabajadora de sexo femenino. La edad en la que oscilaba de los fallecidos por accidente fue entre los 17-26 y de los 27-36 años. Esta mortalidad por accidentes de trabajo está relacionada con múltiples factores: factores de ámbito nacional; factores de ámbito de aseguramiento y factores de riesgo en el ámbito laboral (edad de inicio de vida laboral, inducción, capacitación, adiestramiento, antigüedad en el puesto, agentes físicos, agentes químicos, agentes biológicos, estilo de vida laboral, jornada de trabajo, factores de carga física laboral, cargas mentales y fatiga).

La tasa con una mayor incidencia de mortalidad en el estudio de Hurtado , Pando y Aguilar, (2000), fue la de los conductores 33% (11casos), la mayoría de las defunciones ocurrieron en trabajadores con una antigüedad menor a un año; la mayoría de los fallecimientos fueron entre los que tenían menores ingresos y las causas más frecuentes fueron: arma de fuego en el trabajo y colisiones; además se presentan traumatismos torácico-abdominales en un 33% (11 casos) y un 30% (10 casos) con fracturas de cráneo.

Sin duda estos factores tendrán que tomarse en cuenta pues el trabajador debe de encontrarse en un equilibrio entre los factores psíquicos y físicos para el cumplimiento de las tareas asignadas. La industria debe de estar consciente que un solo factor puede afectar la salud y llevar al decremento del desempeño del trabajador. Para poder entender la relación evidente entre el trabajo y salud, se debe de considerar que en toda operación de proceso productivo existe un nivel de riesgo (Hurtado, Pando y Aguilar, 2000).

Se podría concluir que tomar en cuenta cada uno de los factores y sus medidas pertinentes para un estado óptimo en la salud, no siempre asegura que se controlen cada una de las situaciones; pues aunque una empresa cuente con la seguridad permitida no se puede tener la plena certeza de que las condiciones sean totalmente adecuadas para el trabajador pues existen otros tantos factores internos-externos que afectan nuestra salud día a día.

## 1.2. Sustancias químicas en el trabajo.

Las sustancias químicas son de uso muy frecuente en el ámbito laboral y pueden ser riesgosas, lo cual dependerá del uso y de las condiciones específicas en que se utilicen, ya que pueden provocar una serie de efectos negativos sobre la salud del trabajador así como disturbios de procesos psicológicos y de personalidad (Rincón, 1982).

Asimismo, es frecuente que los trabajadores estén expuestos a polvos, humos, gases, los cuales pueden ser más nocivos cuanto mayor sea la concentración y el tiempo de exposición del trabajador; por ello es importante reiterar que se debe de tener el equipo adecuado para disminuir el riesgo que provocan las sustancias nocivas, ya que sus efectos pueden ser náuseas, vómitos, disfunciones del aparato digestivo y respiratorio, además de causar intoxicaciones y otras enfermedades específicas (Odone, 1976).

Un agente tóxico es cualquier sustancia capaz de producir un efecto nocivo que va desde hacer un daño específico hasta provocar la muerte (Odone, 1976).

Los agentes tóxicos se clasifican de acuerdo ha:

- ❖ Su estado físico (gas, líquido, sólido).
- ❖ Su composición química (hidrocarburo, alcohol).
- ❖ Su uso (plaguicidas, disolventes, aditivos para alimentos).
- ❖ El ambiente (contaminante de áreas de trabajo, medio ambiente).
- ❖ El órgano que afecta (hígado, riñón).
- ❖ Su efecto (carcinogénico, mutagénico, teratogénico).
- ❖ Su mecanismo de acción biológica (inhibidores de grupos tioles, agentes metahemoglobizantes) (Odonne, 1976).

El uso industrial de las sustancias químicas provocan efectos diversos en la salud; los agentes químicos pueden distribuirse en diversas partes del cuerpo y ésto dependerá de su composición molecular y el tipo de exposición que tenga el trabajador.

Existe otro tipo de categoría para clasificar a las sustancias:

- ❖ Gases Anestésicos de uso médico; éter, cloroformo, halotano, óxido nitroso;
- ❖ Solventes Industriales o domésticos, incluyendo los adelgazadores (thinners) de pintura o solventes, los desengrasadores y los solventes de los pegamentos;
- ❖ Los Solventes contenido en artículos de papelería o de arte como los líquidos correctores;
- ❖ Gases usados en la casa / industria: gas para encendedor, spray de crema batida o para limpiar circuitos electrónicos, o los gases para rellenar refrigeradores;
- ❖ Aerosoles Domésticos para aplicar pinturas, fijadores de cabello, protectores de tela, y
- ❖ Los nitritos alifáticos (medicamentos vasodilatadores).

Para entender la extensión del problema con respecto a las sustancias químicas en el trabajo, Almirall (2001a), menciona que a partir de la Segunda Guerra Mundial y hasta la actualidad se han usado muchas sustancias, calculando que en la actualidad su número asciende a 70000 sustancias, los Organismos Sanitarios Internacionales indican que se da un incremento anual de 3000 nuevas sustancias que no se hayan sometidas a controles estrictos según los datos reportados por Tennasse (1995 citado en Almirall, 2001).

Una investigación realizada por Hernández (2002), señala que la evolución de la tecnología del siglo XX, representa un incremento significativo en el uso de las sustancias químicas, estimándose en 90000 las que se encuentran comercializadas. Sin duda existe un beneficio en el uso de tecnología con nuevas sustancias, pero también es alarmante no tener conocimiento del efecto toxicológico que trae consigo cada sustancia que se crea anualmente, tanto a nivel medio ambiente así como en la salud humana.

Es importante puntualizar el efecto de las sustancias químicas dentro del ambiente laboral, ya que el agente químico es seguro o peligroso por si mismo, ésto dependerá de la cantidad, condiciones de uso y la susceptibilidad del organismo.

El siguiente cuadro muestra algunas de las distintas sustancias químicas más conocidas así como sus efectos y cómo son usadas en compañías de plaguicidas, metalurgia, pinturas y plásticos las cuales son las más utilizadas en el ámbito industrial y mayor peligro tienen sobre la salud (Almirall, Franco, Martínez, Noriega, Villegas y Méndez, 1999; Maizlish y Feo, 1994; Martínez y Sosa, 1994; Squillante, Maritza, Medina, Rodríguez y Guevara, 1998 y Vega, 1985a)

SUSTANCIAS QUÍMICAS	EFFECTOS	UTILIZACIÓN
CLOURURO DE METILO	Provoca cefaleas, somnolencia, vértigo y ataxia; en exposición crónica que incluye: depresión, irritabilidad, insomnio y cambios visuales.	Se utiliza como agente metilización en la producción de silicones, goma, compuestos de plomo orgánico y la producción de espuma de poliestireno.
TRICLOURURO DE ETILENO	Tiene acción depresora directa sobre la función nerviosa central y propiedades anestésicas.	Se utiliza en agentes para limpieza de ropas de tintorerías, desengrasador de metales, pegamento para elaborar calzado e ingrediente de tintas y pinturas.
PLAGUICIDAS ORGANOCLOURADOS	Se concentra en placenta, cordón umbilical, la grasa y la sangre es en donde se distribuye más.	DDT, DDE.
MERCURIO	Se acumula en tejidos fetales al igual que en el cerebro del feto, provoca malformaciones congénitas.	Se utiliza como fungicida.

Los riesgos existentes de las sustancias químicas en el trabajo son de vital importancia, por ello es necesaria la protección de los trabajadores frente al riesgo

químico, debido a los variados efectos a corto y largo plazo que se derivan de la exposición en los puestos de trabajo.

Entre las sustancias químicas hay un grupo heterogéneo de mezclas químicas altamente volátiles a temperatura ambiente llamadas disolventes, por ello es importante la seguridad del trabajador, ya que su salud puede ser quebrantada por sustancias encontradas en el medio ambiente.

Estas sustancias son consideradas como neurotóxicas por tener una afinidad por el tejido nervioso que provoca alteraciones funcionales en la actividad del sistema nervioso (Almirall, Mayor, Nino del Castillo, Rodríguez y Romman, 1987).

Por otra parte, la existencia de sustancias psicoactivas se definen por el modo de administración y una de ellas son los inhalantes como el tabaco, la marihuana, el opio o la cocaína, que pertenecen a sustancias volátiles, que hierven a temperatura ambiente, en donde al ser administradas alteran el estado mental (Brailowsky, 1995).

### 1.3 Efectos generales de sustancias químicas en la salud.

Aún no se sabe cómo actúan las sustancias, su solubilidad en grasas y su tamaño para poder ingresar en el cuerpo humano; para que pueda mostrar un daño mutagénico, carcinógeno, en el sistema nervioso, para la sangre, el daño dependerá del abuso / exposición e ingestión del agente. La presencia de ciertas sustancias neurotóxicas es común en la industria petrolera, química, así como en otros lugares como: imprentas, en gasolineras, en pintores, carpinteros y zapateros, lo cual es preocupante ya que es un problema que involucra a cierta población, que se encuentra afectada y desfavorecida.

Existen diversas sustancias neurotóxicas:

SUSTANCIAS NEUROTÓXICAS	EFECTOS	UTILIZACIÓN
PERCLOROETILENO	<p>Afecta a órganos como el sistema nervioso central, el hígado y riñón. la inhalación de sus vapores produce depresión del SNC, con mareos, vértigos y alucinaciones que pueden llevar al coma y hasta la muerte. Cuando su intoxicación es crónica causa daño renal pérdida de la visión de colores, abortos espontáneos y efectos leves de la calidad de esperma.</p>	<p>Es un hidrocarburo halogenado volátil que es utilizado en el lavado en seco de prendas de vestir.</p>
PLOMO	<p>Provoca trastornos en el sistema nervioso, digestivo, Hematopoyeico y renal. En intoxicación severa se observa parálisis del nervio radial y encefalopatía y es causante de mortalidad, tiene efectos citogenético y aberraciones cromosómicas en cultivos de leucocitos; disminución del número y motilidad de espermatozoides, aumento de espermatozoides anormales y disfunciones menstruales.</p>	<p>Es un metal que se usa en la gasolina con aditivos orgánicos de plomo, alimentos y bebidas por la soldadura de las latas o en esmaltes, en el vidriado de la cerámica, elaboración de baterías, fundición de radiadores y estructuras metálicas pintadas.</p>
TOLUENO	<p>Cefaleas, náuseas, vómito, mareos, vértigo, laxitud, lenguaje, euforia, fatiga, somnolencia, debilidad, irritabilidad,</p>	<p>Es un hidrocarburo aromático utilizado como aditivo para la gasolina, detergentes, drogas y explosivos</p>

ESTIRENO	nerviosismo, depresión, desorientación y confusión que llegan a la pérdida del estado de alerta y muerte por depresión respiratoria.  Provoca síntomas de fatiga, dificultad de concentración, náuseas, mareos y sensación de embriaguez.	thinners pinturas, barnices, desengrasantes y pesticidas.  Es un solvente que se aplica en la fabricación de botes de fibra de vidrio.
DISULFURO DE CARBONO	Causa axonopatía y degeneración macular.	Se utiliza en la industria de rayón viscosa y fumigante de granos.

El cuadro 2. muestra distintas sustancias neurotóxicas, que son más conocidas y utilizadas en la vida diaria por diferentes compañías; asimismo, sus efectos y su uso (Almirall, Franco, Martínez, Noriega, Villegas y Méndez, 1999; Maizlish y Feo, 1994; Martínez y Sosa, 1994; Squillante, Maritza, Medina, Rodríguez y Guevara, 1998 y Vega, 1985a).

Las diferentes sustancias químicas y en especial las neurotóxicas, tienen una especial agresividad que poco a poco va comprometiendo la salud del trabajador, pues la seguridad con la que cuenta el individuo se ve directamente afectada de algún modo, lo cual puede tener diferentes tipos de consecuencias y disturbios de procesos psicológicos, alteraciones en el Sistema Nervioso Central, alteraciones psicomotoras y de personalidad, que en su mayoría las sustancias ya mencionadas afectan en los procesos del individuo.

Una investigación realizada por Almirall y Colaboradores. (1999), en una empresa Mexicana de Autopartes, se tomaron a 20 trabajadores, los cuales se dividieron en 10 trabajadores expuestos a tolueno y 10 no expuestos; sus edades oscilaban entre e 32 y 33 años, todos de sexo masculino. El tiempo de exposición fue de 6.6 años. Para su evaluación se utilizó una batería la cual

contaba con indicadores útiles para determinar los efectos negativos de sustancias neurotóxicas sobre la salud de los trabajadores y su exposición; las pruebas que conformaban la batería son la entrevista clínico - psicológica; cuestionario de síntomas subjetivos de toxicidad; el cuestionario de síntomas neurológicos y psicológicos (PNF); la prueba de retención visual de Benton; la frecuencia crítica de fusión (FCF); el tiempo de reacción simple; medición taquisoscópica (MT) y el umbral de discriminación táctil.

La comparación realizada mostró que los trabajadores expuestos presentaron alteraciones en las pruebas ya mencionadas entre los dos grupos, sin embargo, éstas diferencias no fueron significativas. Sin embargo, en esta investigación en algunas pruebas aplicadas sí se aprecian diferencias importantes y entre ellas se encuentran la Prueba de Benton, Tiempo de reacción simple y el Taquiscopio, donde la diferencia estadísticamente significativa fue de ( $P < 0.05$ ), y ésto fue al aplicar la prueba de Wilcoxon.

Se puede afirmar con investigaciones revisadas, como la de Hurtado y cols. (2000) y Almirall y cols. (1999), que una persona puede presentar alteraciones aunque no se encuentre expuesta directamente a disolventes; lo cual es muy importante ya que habría que delimitar los niveles de los químicos así como una oportuna revisión y prevención dentro de la empresa. Aunque en México no existen estudios e información suficiente sobre los efectos que tienen las sustancias neurotóxicas, éstas siguen siendo utilizadas para mejorar la producción de la industria y sus nuevas vías de desarrollo; aunque provoque contaminación en el ambiente, desastres ecológicos y problemas de salud de los seres vivos. Ha existido siempre la tendencia a olvidar el peligro que representa su uso y éste no es la excepción.

#### 1.4 Disolventes y su impacto sobre la salud.

Hoy, los solventes ocupan un lugar destacado dentro de las sustancias químicas de uso industrial. Su utilización puede ser muy variable, o sea, un mismo compuesto puede ser destinado como disolvente, diluyente, reactivo o producto intermedio (OIT, 1982).

Como dice su nombre los disolventes son un médium transparente que sirve para limpiar y diluir productos; los disolventes orgánicos caen dentro de un gran y heterogéneo grupo de compuestos químicos, son sustancias orgánicas simples, líquidas a temperatura ambiente, casi no son reactivas, y capaces de disolver muchos compuestos orgánicos. La mayoría de ellos son totalmente volátiles y lipofílicos; los disolventes se usan para extraer, disolver, o suspender materiales como las ceras, resinas y grasas, ya que éstos no se disuelven en agua e incluso pueden recuperarse cuando se separa el disolvente, sin que se alteren sus propiedades originales (NIOSH,2002).

Estas sustancias pertenecen a la familia de los compuestos hidrocarbonatos y se clasifican como hidrocarburos alifáticos, cíclicos, aromáticos, halogenados, ketonas, aminas, ésteres, alcoholes, aldehídos y éteres

Los disolventes orgánicos son un grupo de sustancias derivadas del petróleo utilizadas para disolver materiales o productos, en actividades de desengrasado y limpieza, aplicación de colas, pegamentos, barnices y tintas, o limpieza en seco, producción química y de combustibles, mezclado y transferencia de compuestos industriales (Baker, 1986).

Las exposiciones ocupacionales que se dan a disolventes orgánicos se han asociado con efectos adversos en la salud humana, donde la mayoría de las exposiciones ocurre principalmente por vía respiratoria.

En general la exposición a disolventes orgánicos puede originar:

- Efectos agudos: irritación de la piel, ojos, vías respiratorias, dolores de cabeza, mareos, náuseas, cansancio, apatía e inconsciencia.
- Efectos a largo plazo:
  1. Efectos cancerígenos: producen cánceres
  2. Efectos sobre la producción: sobre los óvulos y espermatozoides.
  3. Efectos Neurotóxicos: sobre el sistema nervioso
  4. Efectos sistémicos: Afectan sobre todo el riñón e hígado

Algunos de los compuestos que se describirán son los más reconocidos y más agresivos contra la salud humana:

DISOLVENTES	EFFECTOS
BENCENO	Causa linfoma, leucemia humana y cáncer
PERCLOROETILENO	Causa necrosis hepática aguda después de una exposición elevada e inflamación hepática, Afecta a órganos como el sistema nervioso central, el hígado y riñón. La inhalación de sus vapores produce depresión del SNC, con mareos, vértigos y alucinaciones que pueden llevar al coma y hasta la muerte.
TOLUENO	Causa inflamación hepática reversible, confusión, necrosis tubular aguda, Cefaleas, nauseas, vómito, mareos, vértigo, laxitud, lenguaje, euforia, fatiga, somnolencia, debilidad, irritabilidad

TETRACLORURO DE CARBONO	Causa necrosis tubular aguda.
GLICOLES ÉTERES	Causa falla renal aguda, puede ser reversible por medio de una diálisis renal.

La lista de los disolventes es más grande aquí, sólo se remarcaron algunos para ver los distintos puntos que ataca cada una de las sustancias; es por ello que resulta importante tener una revisión constante y una evaluación de sus efectos correcta para que cada día, la calidad de vida sea mejor aún con la interacción con la salud.

**CAPITULO II.**

**PSICOLOGÍA Y NEUROTOXICIDAD**

## CAPITULO II. PSICOLOGÍA Y NEUROTOXICIDAD.

### 2.1 Principios de toxicología: intoxicación y niveles de exposición.

Se observa que anualmente se suman sustancias nuevas a las antes citadas y por consiguiente no se conocen totalmente las afectaciones sobre el organismo; por lo tanto y aunque se clasifique a una sustancia como neurotóxica, se puede establecer aún su efecto a una exposición corta o prolongada.

La prevención y control de riesgos asociados a la exposición de las sustancias y compuestos químicos peligrosos es una de las principales tareas de la sanidad ambiental. Las autoridades sanitarias tienen la responsabilidad de prevenir, reducir y controlar los riesgos ambientales que influyen en la salud (Periago,2001).

Huici (2001) en su reciente publicación, menciona sobre la importancia de las medidas que la Unión Europea desarrolla para prevenir los efectos nocivos derivados del riesgo químico. A partir de 1989, dicha Comisión creó un grupo ad hoc en el seno del Comité Consultivo Tripartito sobre la Salud y Seguridad en el Trabajo; para realizar sus tareas de vigilancia utiliza una base de datos que debe ser completada y actualizada, de forma que la exposición a una determinada sustancia no suponga efectos sobre la salud ni del trabajador expuesto ni su descendencia, esta medida es especialmente importante por el caso de sustancias con propiedades cancerígenas y/o mutagénicas.

Otro Comité de Expertos Científicos (SCOEL), asesora a la Comisión en su tarea de definir los valores numéricos que permitan minimizar la exposición, ésto implica asumir como hipótesis de que cuánto más baja sea la exposición, menor será el riesgo de contraer cáncer.

La estimación del riesgo y la determinación de una dosis externa ayuda a establecer la medición y valoración de la concentración de los contaminantes químicos en aire durante la jornada laboral, para su comparación con valores límites ambientales como los valores publicados anualmente por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), que hacen referencia a los límites ambientales de sustancias químicas (Periago, 2001).

Por otra parte la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ha promulgado los límites de exposición permisibles (PEL's) de algunos químicos y mezclas que se usan en disolventes orgánicos (29 CFR 1910.1000), y el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) ha recomendado los límites de exposición (REL's) para químicos y mezclas que pueden ser definidas como disolventes orgánicos (NIOSH, 1997). Debido a la relación de trabajador-sustancia neurotóxicas, estas instituciones (NIOSH), (OSHA) y (ACGIH) han visto la necesidad de recomendar que se reduzca el uso de disolventes orgánicos (NIOSH, 1997).

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, se ha encargado de tener en cuenta normas para la exposición de los trabajadores a sustancias químicas, siendo la Federación de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1993, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral; siendo que existen diversas modificaciones y que con fecha 31 de marzo de 1998, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó establecer medidas para prevenir daños a la salud de los trabajadores expuestos a las sustancias químicas contaminantes del medio ambiente laboral, y establecer los límites máximos permisibles de exposición en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas que por sus propiedades, niveles de concentración y tiempo de exposición, sean capaces de contaminar el medio ambiente laboral y alterar la salud de los trabajadores.

El siguiente listado se encuentran los límites máximos permisibles de exposición a contaminantes del medio ambiente laboral, así como, en su caso, su número CAS y las connotaciones pertinentes que se relacionan con los apartados de clasificación de carcinógenos, sustancias de composición variable, límites máximos permisibles de exposición para mezclas, y partículas no especificadas de otra manera.

Los valores de la tabla están calculados para condiciones normales de temperatura y presión, y para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas a la semana.

No.	SUSTANCIA	No. CAS	Connotación	LMPE-PPT		LMPE-CT o Pico	
				ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
1	ABATE			-	10	-	20
2	ACEITE MINERAL NIEBLA			-	5	-	10
3	ACEITE VEGETAL NIEBLA (excepto aceites irritantes)			-	10		
4	ACETALDEHIDO	75-07-0	A3, P	-	-	25	45
5	ACETATO DE 2-METOXIETILO (acetato de metil cellosolve)	110-49-6	PIEL	5	16	-	-
6	ACETATO DE ETILO	141-78-6	A4	400	1400	-	-
7	ACETATO DE ISOAMILO	123-92-2		100	525	125	655
8	ACETATO DE ISOBUTILO	110-19-0		150	700	187	875
9	ACETATO DE ISOPROPILO	108-21-4		250	950	310	1185
10	ACETATO DE METILO	79-20-9		200	610	250	760
11	ACETATO DE n-AMILO	628-63-7		100	530	150	800
12	ACETATO DE n-PROPILO	109-60-4		200	840	250	1050
13	ACETATO DE n-BUTILO	123-86-4	A4	150	710	200	950
14	ACETATO DE sec-AMILO	626-38-0		125	670	150	800
15	ACETATO DE sec-BUTILO	105-46-4		200	950	250	1190
16	ACETATO DE sec-HEXILO	108-84-9		50	300	-	-
17	ACETATO DE ter-BUTILO	540-88-5		200	950	250	1190
18	ACETATO DE VINILO	108-05-4	A3	10	30	20	60
19	ACETILENO	74-86-2	(c)	-	-	-	-
20	ACETONA	67-64-1		1000	2400	1260	3000
21	ACETONITRILLO	75-05-8	A4	40	70	60	105
22	ACIDO ACÉTICO	64-19-7		10	25	15	37

23	ACIDO BROMHÍDRICO	10035-10-6	P	-	-	3	10
24	ACIDO CIANHÍDRICO	74-90-8	PIEL, P	-	-	9.4	10
25	ACIDO CLORHÍDRICO	7647-01-0	P	-	-	5	7
26	ACIDO FLUORHÍDRICO	7664-39-3	P	-	-	3	2.5
27	ACIDO FÓRMICO	64-18-6		5	9	-	-
28	ACIDO FOSFÓRICO	7664-38-2		-	1	-	3
29	ACIDO NÍTRICO	7697-37-2		2	5	4	10
30	ACIDO OXÁLICO	144-62-7		-	1	-	2
31	ACIDO SULFÚRICO	7446-09-5	A2	-	1	-	-
32	ACIDO SULFHÍDRICO	7783-06-4		10	14	15	21
33	ACIDO TIOGLICÓLICO	68-11-1	PIEL	1	5	-	-
34	ACIDO TRICLOROFENOXIACÉTICO (2,4, 5-T)	93-76-5		-	10	-	-
35	ACRILAMIDA	79-06-1	PIEL, A3	-	0.03	-	0.06
36	ACRILATO DE n-BUTILO	141-32-2	A4	10	55	-	-
37	ACRILATO DE ETILO	140-88-5	A2	5	20	25	100
38	ACRILATO DE 2-HIDROXIPROPILO	999-61-1	PIEL	0.5	3	-	-
39	ACRILATO DE METILO	96-33-3	PIEL	10	35	-	-
40	ACRILONITRILLO	107-13-1	PIEL, A2	2	4.5	-	-
41	ACROLEINA	107-02-8		0.1	0.25	0.3	0.8
42	AGUARRÁS (turpentine)	8006-64-2		100	560	-	-

Tabla 3. Muestra algunas sustancias de composición variable, carcinógenos, límites permisibles y otras partículas no especificadas

En todo proceso de valoración de los riesgos debe tenerse en cuenta la duración de la jornada laboral ya que tiene un papel preponderante para determinar la probabilidad de que puedan producirse daños en la salud de los trabajadores. Los riesgos que pueden derivarse de la presencia de agentes químicos en el lugar de trabajo, han vuelto a poner de manifiesto la necesidad de regular la evaluación de éstos (Fernícola y col., 1985).

Para estudiar la exposición que se llega a tener con una sustancia química sea cual sea, se debe tener en cuenta la intensidad o concentración a la que se estuvo expuesto o el contacto con la superficie exterior, así como la duración de éste.

Por otra parte, existen otros factores que se deben tomar en cuenta al estudiar la exposición, tales como:

- ❖ Propiedades físico-químicas de la sustancias: solubilidad, reactividad química, presión de vapor, estabilidad tanto de partícula, constante de partición y coeficiente de partición.
- ❖ Factores relativos a la experimentación: como las vías de administración, la velocidad, la dosis y el vehículo.
- ❖ Factores biológicos: son aquellos como la absorción, distribución, biotransformación, reactividad de receptores, especie, peso, estado de salud, condiciones metabólicas y estado de nutrición.
- ❖ Factores ambientales: en lo que se considera la temperatura, humedad, hora del día, administración simultánea de otros agentes químicos.
- ❖ Factores de tipo biológico y psicológico tales como: la alimentación, sexo, edad, características individuales, la susceptibilidad del individuo, tipo de vida, el estrés, la personalidad y condiciones socioeconómicas (Fernícola y col., 1985).

Otro factor importante en la exposición es la frecuencia y la dosis con la que se da, ya que el efecto que será producido variará debido a estas, al igual que la duración de la misma exposición (Fernícola y col., 1985). De alguna manera, la relación **dosis-frecuencia-duración** da como resultado dos tipos de exposición, en un trabajador:

- ❖ Aguda: la cual produce por una administración de cantidades elevadas de un agente químico en una o varias exposiciones, en un período de horas produciendo un efecto nocivo.
- ❖ Crónica: aquí se produce por la administración de pequeñas cantidades de un agente químico durante largos períodos, aunque pueden aparecer efectos nocivos inmediatamente después de cada aplicación (Fernícola y Col., 1985).

Por tanto, los niveles de intoxicación que se pueden dar son:

- ❖ De carácter agudo: el cual es consecuencia de una exposición generalmente breve pero de elevada intensidad, siendo superior al límite de tolerancia del organismo. Los efectos que se producen con esta intoxicación suelen ser letales y sus signos clínicos evidentes e inmediatos siendo en un período no mayor de 24 horas. Los efectos suelen ser narcosis, anestesia, depresión del SNC, paro respiratorio, inconsciencia y muerte (NIOSH, 1997).
- ❖ Subagudo: aquí son necesarias exposiciones frecuentes o repetidas dentro de un período de varios días o semanas, antes de que se vean los efectos. Algunos de los efectos son síntomas de neurotoxicidad o cambios neuropsicológicos.
- ❖ Crónico: en este tipo de intoxicación se requiere de exposiciones repetidas y con muy bajas dosis durante períodos largos de tiempo, el agente tóxico se va acumulando en el organismo donde la cantidad eliminada del agente es menor que la absorbida, por ello los efectos producidos por la exposición se van sumando día con día (Fernícola, 1985); los rasgos típicos son manifestaciones clínicas inespecíficas del cuadro con respecto a enfermedades del SN y al sinergismo de la acción del tóxico con otros factores internos (Almirall, Mayor, Nino del Castillo, Rodríguez y Roman, 1987); causando daños graves e irreversibles (Brailowsky, 1995). Los efectos reportados por la

Organización Mundial de la Salud WHO, (1985), por sus siglas en inglés, son de tres tipos: el primero o tipo mínimo , se caracteriza por efectos como la fatiga, el deterioro en la memoria, irritabilidad, dificultad para concentrarse y disturbios en el estado de ánimo; el tipo moderado causa síntomas de neurotoxicidad y anormalidades en pruebas neuropsicológicas; a su vez se subdivide en tipo A que provoca cambios de personalidad y ánimo, tales como inestabilidad emocional y disminución el control de los impulsos y motivación y el tipo B, que causa daño en la función intelectual, disminuye la concentración, memoria y capacidad de aprendizaje, el nivel más pronunciado que produce una encefalopatía severa crónica que tiene como característica un deterioro intelectual general y de funciones de memoria (demencia) (NIOSH, 1997).

Como se demuestra en lo anterior, un agente químico es capaz de producir un efecto en el sistema biológico e interactuar con él, poniendo en riesgo la salud y seguridad (Fernícola y col.,1985).

Tal efecto negativo que se da en el trabajador puede derivar en un centenar de enfermedades profesionales( o incluso, enfermedades no reconocidas como profesionales), dependiendo de la intensidad o duración de su exposición y el tiempo transcurrido hasta la aparición de los efectos.

Algunos agentes químicos pueden producir la muerte con pequeñas cantidades de miligramos y son considerados muy tóxicos; otros agentes químicos no producen un efecto tóxico aunque sea en dosis muy elevadas.

Entonces es necesario determinar la dosis letal que es calculada a partir de cierta concentración o cantidad de un agente químico, produce la muerte en el 50% de los animales en estudio (Fernícola y col.,1985).

Con respecto a sus efectos, se considera que hay sustancias con capacidad mutagénica, carcinogénica y teratogénica; en las primeras, los agentes químicos son capaces de causar cambios en el material genético de la célula, de forma que pueden transmitirlo durante la división celular, manifestándose en su descendencia como alteraciones hereditarias; el segundo se induce la producción de tumores, tanto en la exposición aguda como en la crónica y por último la teratogénica. donde las sustancias actúan a nivel de las células de los tejidos en desarrollo, principalmente durante la génesis de los órganos lo que provoca alteraciones que se manifiestan como malformaciones congénitas y alteraciones en el desarrollo (Fernicola y col., 1985).

El efecto tóxico sistémico es aquel en que se requiere que el agente tóxico sea absorbido y distribuido a un sitio distante del ingreso y que se produzca un efecto.

Existen efectos que se producen al contacto con el agente químico y uno de ellos es reversible, en donde sí se produce un daño al tejido, puede o no haber recuperación, dependiendo de la capacidad de regeneración. Para el caso del Sistema Nervioso Central (SNC), cuyas células ya no son reemplazadas, el daño es irreversible.

Por otra parte el efecto indeseable o colateral puede ser producido por un medicamento cuyo efecto terapéutico es modificado por la interacción con el tóxico.

Cuando una sustancia interactúa con el organismo, sus efectos son peligrosos, veremos que ésta puede verse alterada por otra sustancia al mismo tiempo y de esta interacción pueden resultar diferentes efectos tales como:

- ❖ El efecto aditivo es el producido cuando un efecto final de los dos es igual a la suma de los efectos individuales que aparecen cuando se administran separadamente;
- ❖ El sinergismo se presenta cuando el efecto de dos agentes químicos combinados, es mucho mayor que el efecto producido por la suma de los efectos individuales cuando se llegan a administrar por separado,
- ❖ El antagonismo sucede cuando dos agentes químicos administrados al mismo tiempo, interfieren uno con la acción del otro. Existen varios tipos de antagonismo el químico, competitivo, no competitivo y funcional y ésta es la base de muchos de los antídotos (Fernicola y col, 1985).

## 2.2 Toxicocinética

La toxicología se divide en dos ramas y una de ellas es la toxicocinética la cual lleva por diferentes etapas la comprensión de la interacción dinámica del tóxico con el organismo y éstas fases son la absorción, distribución, eliminación y la acumulación de ciertos cambios. Ahora bien, Fernicola y cols. (1985), mencionan que las diferentes etapas de este proceso son:

A) La absorción, que se refiere al momento en el cual el tóxico atraviesa las membranas e ingresa en la circulación sanguínea, para lo cual requiere de: **a)** disolución de la sustancia y **b)** paso a través de una membrana semipermeable que se comporta como una estructura lipoproteíca.

Un agente químico, algunas veces tendrá más accesibilidad para traspasar al organismo que otras, esto dependerá de la proporción del agente tóxico, su solubilidad, su coeficiente de partición lípido / agua y por último por el tipo de difusión por el que puede ser transportada al órgano.

Existen diferentes tipos de absorción y una de ellas es por vía digestiva: dentro del tracto gastrointestinal se encuentra el jugo gástrico que es ácido, mientras que el contenido del intestino es casi neutro, esto facilita la solubilidad de un agente químico en los lípidos. Los factores que modifican la absorción gastrointestinal son la estabilidad del agente químico, las enzimas del estómago e intestino y la flora intestinal; asimismo, es el Ácido Tetraacético Diamina Etileno (EDTA) y por último la movilidad gastrointestinal (Fernícola y col, 1985).

Las características de las sustancias que influyen sobre la absorción son:

- ❖ Las sustancias liposolubles tienden a absorberse más fácilmente que las hidrosolubles.
- ❖ Las sustancias no ionizadas pasan las membranas más rápido que las ionizadas (Fernícola y col., 1985).

Por otra parte, casi el 90% de las intoxicaciones son por vía pulmonar, pues el individuo inhala alrededor de 10m<sup>3</sup> de aire durante 8 horas; la vía respiratoria interviene en la retención y absorción del agente tóxico, dependiendo de su estado físico éste repercutirá o ayudará al agente tóxico.

La retención que se tenga de la partícula va a depender de la absorción, que se dé por fosas nasales o por la boca, mucosa nasal, faringe y laringe los cuales establecen una relación estrecha con el tamaño de la partícula.

La absorción de gases y líquidos volátiles, es mayor cuando la concentración del gas en el aire inhalado es superior que la presión parcial, entonces es más rápida su difusión y mayor su solubilidad en la sangre y por tanto es mayor la absorción; pues el pasaje de un agente tóxico va desde los pulmones a la sangre, se efectúa por 400 millones de alvéolos, realizándose intercambios gaseosos entre aire y sangre con velocidades sorprendentes (Fernícola y col., 1985).

Una tercera forma de absorción es por vía cutánea, donde la piel juega un papel protector del organismo contra agentes físicos, químicos y biológicos; las diferentes sustancias y su afinidad por los lípidos cutáneos hacen que éstas atraviesen la epidermis para llegar a la sangre (Fernícola y col., 1985).

El estado en el que se encuentre la piel, su integridad hidrolipídica, las alteraciones patológicas epidérmicas y dérmicas, su composición química, la vascularización, la liposidad y la superficie expuesta, conforman un conjunto de variables que afectan la relación con el tóxico.

Por otra parte, las propiedades fisicoquímicas de la sustancia son por ejemplo factores que influyen para la penetración del compuesto a través de la piel; los gases penetran la piel sin ningún tipo de barrera, los líquidos menos y los sólidos que son insolubles en agua o en grasa son quizá incapaces de penetrar en un grado significativo, la penetración de un tóxico dependerá del tiempo de contacto.

En la distribución y acumulación, los agentes tóxicos se acumulan en ciertos tejidos, la concentración del agente alcanza un nivel constante que resulta del equilibrio entre la cantidad ingerida, biotransformada y eliminada. Los agentes tóxicos pueden sin duda unirse a las proteínas sanguíneas, donde no les es posible atravesar las membranas biológicas, lo que reduce la velocidad de biotransformación.

En la biotransformación el organismo actúa sobre el agente tóxico biotransformándolo, en compuestos más polares los cuales son eliminados por vía renal; una segunda acción es transformar los agentes tóxicos en compuestos con mayor toxicidad y por último también puede reducir la toxicidad. La biotransformación se realiza en el hígado por las enzimas de microsomas

hepáticos y otros tejidos como la sangre, riñón, pulmón y la placenta (Fernícola y col., 1985).

La última de las etapas es la eliminación en donde los agentes tóxicos son eliminados del organismo por diversas vías:

- ❖ El riñón es un órgano muy importante para la eliminación de agentes tóxicos, eliminando agentes químicos y productos biotransformados, este tipo de eliminación dependerá de la filtración glomerular y asimismo de la provisión de sangre al riñón y de la concentración de agentes tóxicos no unidos a las proteínas plasmáticas.
- ❖ Otro órgano son los pulmones, en donde las sustancias que a temperatura normal del cuerpo se presentan en gases y que debido a que los líquidos se encuentran en equilibrio con la fase gaseosa, los pulmones también eliminan la cantidad de líquidos.
- ❖ La vía digestiva es otra manera en que los agentes tóxicos pueden ser eliminados ya que aparecen en la materia fecal, en donde el tóxico pasa por el sistema linfático y aparecen en la circulación. La mayoría de los tóxicos son transformados en sustancias menos activas y más fácilmente excretables (Vega, 1985b).

La importancia de conocer la distintas formas de ingreso de una sustancia neurotóxica; es prescindible, el conocer la acción de las sustancias neurotóxicas sobre el SN y debido a la insuficiencia de los métodos clínicos y a la constante duda dentro de los historiales médicos de los trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas; surgió una incógnita, ¿Qué provocaban las sustancias químicas en las funciones psicológicas, en estados afectivos y de personalidad?, por ello, en 1960 surgió una rama de la toxicología llamada Toxicología de los Procesos Psíquicos y el Comportamiento; pero años más tarde en EE.UU. se inicia el movimiento de Toxicología Industrial la cual se conoce como Psicotoxicología o Toxicología de la Conducta (Almirall y cols., 1987).

### 2.3 Neurotoxicología

Hay que pensar en el conocimiento actual sobre la patogenia o fisiopatología de las enfermedades neurodegenerativas, dado que se dice que las enfermedades neurodegenerativas (Parkinson, Alzheimer), están relacionadas con la exposición ambiental a sustancias químicas.

El incremento de enfermedades como éstas ha generado y dado pauta al estudio más especializado de los factores asociados a las alteraciones que son provocadas por los agentes tóxicos y es por ello, que se ve la necesidad de desarrollar medios diagnósticos que sean capaces de detectar de manera temprana una intoxicación inminente, por eso es que se reconoce a la Neurotoxicología como una disciplina útil que evalúa los daños que sufren los trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas y que se auxilia de instrumentos y técnicas que son propios de la neurofisiología y la neurología (Almirall, 2001b).

La neurotoxicología contribuye a la evaluación de los efectos producidos por los químico-tóxicos que se emplean y para su cometido se vale de diversos instrumentos y de ciencias de empalme como lo es la psicología y sus especialidades, el psicodiagnóstico, psicología diferencial, la neurofisiología, neurología y la bioquímica que han brindado muchos aportes (Almirall, 2001b).

Dentro del área de la toxicología existen divisiones y una de ella es la Neurotoxicología, pues como su nombre lo dice es cualquier efecto adverso sobre la estructura, química y función del sistema nervioso en adultos o en el desarrollo causado por agentes químicos; que pueden ingresar al organismo por las principales vías de absorción ya descritas (Almirall, 2001b)..

Las sustancias neurotóxicas son definidas como aquellas que tienen una especial afinidad por el tejido nervioso y ocasionan alteraciones funcionales en el sistema (Almirall y Cols, 1987).

Existen diversos síndromes neurodegenerativos causados por exposiciones cortas con una alta concentración o por exposición a largo plazo, son situaciones con manifestaciones clínicas inmediatas y otras con efectos retardados (Vega, 1985).

Martínez, Gandur, Soria y Riera de Martínez , (2001) decidieron hacer un estudio para comprobar la afirmación de que las sustancias neurotóxicas provocan efectos en la salud, tales como: pérdida de memoria, alteraciones en el comportamiento y aprendizaje en ratones adultos expuestos a plomo. Así, realizaron una investigación cuyo objetivo fue conocer si la administración de soluciones de diferentes concentraciones provocaban variaciones conductuales; por lo que se trabajó con grupos controles y grupos experimentales, tratados con plomo en bajas concentraciones (1 PPM, 1000 PPM y 2000 PPM). Al evaluar se analizó la relación entre los comportamientos ambulatorios, actividades exploratorias y acicalarse; con respecto a las alteraciones de los neurotransmisores se determinó la dosis a partir del dosaje de dopamina en los cerebros de los ratones, encontrando una disminución de la dopamina disponible en animales tratados con respecto a los controles. Se trabajó con 6 lotes de ratones (n = 10), de 3 meses de edad, alimentados con dieta estándar y agua ad libitum y mantenidos con temperatura ambiente de 22 C y 50% de humedad; tres lotes fueron tratados con acetato de plomo en el agua de bebida, en diferentes concentraciones y periodos de exposición. El lote de 1 PPM se trató durante 6 meses, el de 1000 PPM y 2000 PPM durante 2 meses. Los tres lotes restantes bebieron agua bajo los mismos periodos. Se realizaron mediciones de diferentes parámetros de actividad con una cámara de madera de 50X50x25cm, pintada de negro y marcado en el fondo con líneas blancas, observando cuatro parámetros: Actividad locomotora, Exploración subterránea: a) tiempo y b) frecuencia,

Exploración aérea total y Aseo Total (grooming). Los resultados demostraron que los ratones con ingesta de bajas concentraciones de plomo (1 PPM) presentan comportamientos y conductas similares a los de 1000 y 2000 PPM de plomo, encontrando diferencias significativas en la actividad locomotora, exploración subterránea en tiempo, en la actividad aérea y en el aseo total lo que da evidencia que la actividad exploratoria de los mismo se encuentra alterada; las comparaciones de las medianas de los grupos tratados con el control de cada una de las actividades; se encontraron diferencias significativas entre los distintos grupos.

El siguiente cuadro muestra las puntuaciones de las medianas de los grupos controles y los grupos tratados a diferentes concentraciones de plomo:

ACT. LOCOMOTORA		EXPLORACIÓN SUBTERRÁNEA		EXPLORACIÓN AÉREA		ASEO TOTAL	
Grupo control:	1ppm= 142	Grupo control:	1ppm=17.5	Grupo control:	1ppm= 73.5	Grupo control:	1ppm= 2
218	1000= 121	93	1000= 15.5	113	1000= 55	3	1000= 2
	2000= 105.5		2000= 8.5		2000= 68.5		2000= 2

Se determinó dopamina en el cerebro de ratones con 1, 1000 y 2000 PPM de ingesta de plomo, hallándose disminución significativa de la misma en todos los grupos tratados con respecto a los controles.

Por lo anterior, se piensa que la extrapolación de los resultados de laboratorio al campo, ayuda a ver de manera tangible los efectos de las sustancias neurotóxicas; ya que se han demostrado que hay alteraciones tempranas en la exposición, lo cual es una aportación al diagnóstico ocupacional. Tales indicadores tempranos de envenenamiento o intoxicación, están representados

por alteraciones y disturbios de los procesos psicológicos, lo cual puede también contribuir al tratamiento oportuno y prevención.

Por ésto, resulta útil la conjunción de la Psicología y la Neurotoxicología para el estudio y comprensión de las alteraciones conductuales, el establecimiento de los límites permisibles de exposición y las alteraciones a nivel bioquímico, lo que a su vez logra una prevención con distintas pruebas que evalúen la exposición y asimismo, obtener un tratamiento.

## 2.4 La Psicotoxicología

Así, la Psicotoxicología trata del estudio y la evaluación de los cambios en los procesos y capacidades psíquicas, los estados afectivos y la personalidad que se tienen como resultado de una exposición habitual a sustancias neurotóxicas (Almirall y Cols, 1987).

En 1959, se tomó en cuenta que las alteraciones del SN y la conducta deberían de colocarse dentro del estudio toxicológico; por ello, se consideró que las alteraciones que se daban de tipo psicológico pueden servir de indicadores tempranos de exposición crónica y asimismo, contribuir a la detección de la enfermedad en etapas en las que las alteraciones del SN aún sean reversibles (Almirall y Cols, 1987).

Los estudios que se alcanzan en psicotoxicología se dividen en tres rubros:

- ❖ Investigaciones experimentales con sujetos humanos y animales:  
Explora los efectos de sustancias potencialmente nocivas o de las combinaciones ya conocidas y así controlar el nivel de exposición, entendiendo los efectos y concentraciones límites para diferentes

períodos de tiempo que sea equiparable en una jornada laboral y poder corroborar su efecto acumulativo.

- ❖ Estudios epidemiológicos: Trata de comprobar el tipo y la frecuencia de las alteraciones psicológicas en poblaciones expuestas a sustancias.
- ❖ Estudios clínicos orientados al diagnóstico de sujetos expuestos: Evalúa los factores de edad, tiempo de exposición, experiencia, cualidades de la persona (Almirall y Cols, 1987).

Las tareas que menciona Almirall y Cols (1987), más sobresalientes que tiene la Psicotoxicología son:

- a) Determinar indicadores de daño funcional del SNC para niveles umbrales y subumbrales de exposición;
- b) Servir como un medio de vigilancia epidemiológica en trabajadores;
- c) Servir de complemento a otros métodos (bioquímicos, neurológicos);
- d) Revelar el daño en funciones psicofisiológicas que comprometan la salud del individuo en el trabajo; y
- e) Servir como un medio de evaluación de la efectividad del tratamiento y/o rehabilitación.

En el ambiente de trabajo, la labor psicodiagnóstica permite el conocer las características de la personalidad que identifican a un individuo con base en sus rasgos, capacidades, aptitudes, intereses, motivaciones, problemas y conflictos; conocimiento que es útil para la Toxicología de la Conducta (Almirall y Cols, 1987).

Así, el diagnóstico psicotoxicológico se basa en la utilización de métodos, técnicas e instrumentos de carácter objetivo y científico para la evaluación de efectos, con el fin de brindar sugerencias para una posible prevención y necesidades de tratamiento.

Una batería precisa para un diagnóstico psicotoxicológico es la que esta conformada para medir funciones que se encuentren en la actividad psíquica y se tratan de funciones de tipo cognitivo, psicomotor y afectivo.

- ❖ Cognitivo:
  - Memoria a corto plazo
  - Percepción: velocidad perceptual y reconocimiento de patrones y atención;
- ❖ Psicomotora:
  - Tiempo de reacción
  - Coordinación visomotora
- ❖ Estados afectivos:
  - Disminución de la extroversión
  - Rasgos neuróticos: labilidad, depresión.
  - Síntomas subjetivos abundantes: trastornos de sueño, fatiga, vértigo, confusión, ansiedad ( Almirall, P. 2001b).

Con estas bases se han construido diferentes baterías, que toman en cuenta los síntomas y signos que aparecen en personas expuestas a neurotóxicos, las baterías conformadas por pruebas psicométricas (evaluación neuroconductual), ayudan al diagnóstico de una intoxicación; las diversas técnicas permiten examinar los síntomas subjetivos de personalidad, memoria, atención, destreza, la coordinación visomotora, reactividad y funciones psicomotoras, donde las consecuencias de la acción dañina del neurotóxico se ve plasmada en la conducta, en capacidades psicológicas y otros indicadores neuropsicológicos como el tiempo de reacción (Almirall, P. 2001a).

Se han construido numerosas baterías para la evaluación neuroconductual en Neurotoxicología, donde la base principal son los efectos tempranos, pues muchas veces el daño no se ha percibido y pueden existir posibilidades de una óptima recuperación del órgano dañado.

Los efectos neuropsicológicos y neuroconductuales son tomados como indicadores de una exposición crónica, ya que los síntomas cada vez incrementan, demostrando la existencia de cambios en los parámetros como el EEG's y en la personalidad, en cambios de ánimo, cambios en funciones del SNC, problemas de memoria y fatiga; un ejemplo es demostrado por Seppalainen, (1986) en NIOSH, (1997) cuando 77 trabajadores expuestos a solventes orgánicos peligrosos, con una exposición ocupacional menor de 9.6 años en hombres y 7.6 años en mujeres, tales como: halogenados, aromáticos e hidrocarburos alifáticos, pinturas y alcohol.

La exposición potencial de cada trabajador fue dada en tres grados: baja, intermedia o alta en el lugar de trabajo, la medición de solventes e información que fue suministrada por el jefe de los trabajadores. La frecuencia de anomalía de la velocidad del nervio de conducción se tornó torpe, ya que se incrementó la significancia estadística de  $P = 0.05$  cuando la exposición del grupo intermedio fue comparado con el grupo con una exposición alta.

El Instituto de Medicina del Trabajo de Cuba elaboró la batería del INSTA (Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores), la cual cuenta con confiabilidad para evaluar a trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas en busca de un índice integral de Neurotoxicología.

Una de las baterías conocida en la literatura especializada es la Neurobehavioral System Evaluation (NES), la cual demostró un desarrollo sofisticado asistido por computadora para el diseño de paradigmas, la presentación de tareas, el registro de respuestas y el análisis de datos; el sistema incluye cuestionario y tareas para evaluar memoria, función visomotora, vocabulario y estados de ánimo (Baker y cols., 1998).

Otra batería utilizada es la empleada por el Instituto de Salud Ocupacional de Helsinki, Finlandia (Häninnen y Lindström, 1988), la cual contribuyó al desarrollo de la guía de la Neurobehavioral Core Test Battery (NCTB), que fue adaptada por la OMS con el fin de responder a la necesidad de adoptar y desarrollar instrumentos que ayudarán a ver tangiblemente los efectos neuroconductuales de químicos en el trabajo.

La NCTB está constituida por Entrevista Inicial (EI), Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Toxicidad (CSST), Perfil de Estados de Ánimo (PES), Tiempo de Reacción Simple (TRS), Retención de Dígitos (RD), Destreza Manual de Santa Ana (DMSA), Símbolos y Dígitos (SD), Retención Visual de Benton (RVB), Rapidez y Precisión Motriz (RPM) y entrevista Final (EF).

Otra batería reportada es el Diagnóstico Neuroconductual Automatizado DIANA, desarrollada en el Instituto de Neurociencias de Cuba, la cual evalúa de manera cognoscitiva el mantenimiento y exploración de la atención mediante las pruebas de Ejecución Continua y de Símbolos y Dígitos; la Codificación Perceptual, prueba de Stroop de comparación de patrones de interferencia perceptual, amplitud de memoria, gradiente de olvido y aprendizaje asociativo mediante la prueba de amplitud de Memoria, y de Aprendizaje de Palabras.

El empleo de estas técnicas ha sido amplio y su conjunción con métodos neurofisiológicos, aborda más de cerca las alteraciones de las sustancias neurotóxicas y los efectos que provoca en trabajadores expuestos a alguna de ellas, abordándolo desde una entrevista clínica hasta un diagnóstico acertado.

## **CAPITULO III.**

### **ESTUDIO DE CAMPO**

### CAPITULO III. ESTUDIO DE CAMPO.

La psicología y la neurofisiología se han conjuntado para profundizar en el estudio / control y prevención de neurotóxicos -salud; por lo que se han avocado a estudiar diferentes efectos neuroconductuales y neurofisiológicos con relación a la exposición de disolventes los cuales afectan la personalidad, la capacidad de concentración y provocan alteraciones de memoria, fatiga psíquica, cambios de humor e incluso síntomas psiquiátricos (Ramírez, 2000).

Algunas de las técnicas empleadas para estudiar los efectos neurotóxicos, son las evaluaciones psicofisiológicas y psicológicas; la última se encarga de medir parámetros de conducta tales como el tiempo de reacción a un estímulo, la frecuencia, duración y latencia de respuestas; además de funciones cognoscitivas como la memoria y rasgos de personalidad, incluidos los estados de ánimo (Ramírez, 2000).

A este tipo de métodos se les denomina neuroconductuales y se dice que son más sensibles para estudiar los efectos de las sustancias neurotóxicas. Así y dada la capacidad del organismo para responder ante un estímulo del medio, se asume que el comportamiento es un indicador fiable y sensible de la integridad anatómica del SN.

Ramírez, J. A., (1985), muestra que en el trabajo de campo las técnicas neuroconductuales, han sido usadas ampliamente y que los resultados pueden dividirse en cuatro tipos entre los cuales se detectan las alteraciones de funciones sensoriales como umbrales auditivos y discriminación visual, velocidad y coordinación visomotriz, procesamiento cognoscitivo, memoria y alteraciones de personalidad y humor.

Se puede observar que año con año se suman grandes cantidades de sustancias químicas, es por ello, la importancia del estudio de trabajadores

expuestos a las diferentes sustancias y sus efectos a largo plazo, asimismo en que grado van afectando; las sustancias químicas constituyen uno de los riesgos mas frecuentes e importantes que atentan contra la salud de la población en general.

Considerando lo anterior, se planteó la evaluación a 25 trabajadores expuestos a disolventes de una empresa de pinturas, que se encuentra ubicada en el municipio de Tlalneplantla, en donde se utilizan solventes, thinner, destilados de petróleo, tolueno, hidrocarburos, varias cetonas, tolueno y tintas. El estudio que se reporta en este trabajo, se realizó dentro del proyecto de investigación del área de Salud Ocupacional del la UIICSE (Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la salud y la Educación) , de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala- UNAM. El objetivo de la investigación fue evaluar a trabajadores expuestos y no expuestos a disolventes, mediante el uso de métodos neuroconductuales, para determinar si existen diferencias significativas entre ambos grupos.

### 3.1 Hipótesis

H1. Se encuentran diferencias significativas entre la evaluación neuroconductual realizada a dos grupos de trabajadores: expuestos y no expuestos a disolventes.

HO. No se encuentran diferencias significativas de la evaluación neuroconductual realizada a dos grupos de trabajadores: expuestos y no expuestos a disolventes.

## 3.2 Método.

### 3.2.1 Población:

La población total de la empresa está compuesta por 60 trabajadores aproximadamente agrupado en tres grandes secciones: el personal administrativo, personal de laboratorio y personal de producción. Dado que las tres áreas se encuentran comunicadas por un pasillo, se consideró que los tres grupos están expuestos en diferentes medidas a los vapores de disolventes orgánicos; de los tres, se consideró a su vez, que los trabajadores del área de producción constituía el grupo de mayor exposición ya que se encuentran en contacto directo con las materias primas, envasado de tintas durante toda su jornada laboral; a diferencia del personal de laboratorio y personal administrativo que se encuentran en áreas independientes de la planta.

Por tanto, se evaluó a los 25 trabajadores de planta a los cuales se denominó como grupo expuesto.

El segundo grupo, denominado como control o no expuesto se formó por 25 trabajadores cuyas edades y nivel socioeconómico fueron equivalentes al grupo expuesto, de una empresa del Edo. de México, Ecatepec, productora de Jugos de frutas envasados.

Criterios de exclusión.

Enfermedades neurológicas o psiquiátricas.

Consumo de alcohol y/o psicofármacos.

Antecedentes como:

- Depresión,
- Daño neurológico,

- Uso de cannabis,
- Dermatitis alérgica,
- Hipertensión,
- Diabetes,
- DTA,
- Epilepsia,
- Cáncer.

### 3.2.2 Situación Experimental.

Con el grupo expuesto, se trabajó en una oficina/ sala de juntas de la empresa cuyas dimensiones son de 6 metros por 3 metros aproximadamente, con iluminación artificial, comunicado con otras instalaciones y acondicionado con ventanas que intercambiaba el aire con el exterior. Dentro de la sala se encontraban dos sillones, diversos cuadros, una mesa y sillas, una televisión y video casetera, carpetas, películas de video, en el ambiente se percibía el olor a pinturas. Esta área se ubicaba al lado izquierdo de la entrada de la empresa (ver croquis).



Con el grupo control, se trabajó en una oficina de la empresa con dimensiones aproximadamente de 7.5 metros por 5 metros con iluminación

artificial, con aire acondicionado, ventanillas que intercambiaba el aire con el exterior, con escritorio, sillas, computadora, cuadros, sillones y una sala.

### 3.2.3 Materiales.

- ❖ Guía de evaluación neuroconductual de la FES-Iztacala  
(Ver anexo 1).
- ❖ Formatos de los diferentes instrumentos  
Historia Clínica  
Cuadernillo de Retención Visual de Benton  
Aparato de Tiempo de reacción simple.
- ❖ Cronómetro (Casio)
- ❖ Cuadernillo de Retención Visual de Benton
- ❖ Lápices
- ❖ Sacapuntas

Considerando que una batería de las más empleadas es la recomendada por la OMS (NCTB), la cual evalúa entrevista inicial, cuestionario de síntomas subjetivos de toxicidad, perfil de estados de ánimo, el tiempo de reacción simple, coordinación visomotora, cálculo, memoria visual y auditiva, concentración, destreza manual de Santa Ana, discriminación, atención y formación de conceptos, labilidad, irritabilidad, alteraciones de sueño, fatiga, cefaleas, delirio, depresión y pérdida de equilibrio, para el presente estudio se utilizaron los siguientes instrumentos.

La batería de la NCTB- OMS esta conformada por:

- ❖ Historia clínica: Es para obtener datos demográficos, antecedentes personales, familiares y enfermedades que ayudarán en los criterios de exclusión (Anexo 2).
- ❖ Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Toxicidad (CSST): Es un listado de las incomodidades y molestias más comunes de comportamiento, sentimientos y sensaciones que puede experimentar una persona (Anexo 3).
- ❖ Tiempo de Reacción Simple (TRS): Mide la velocidad de reacción a un estímulo visual o auditivo que requiere de la atención del participante. Equipo de tiempo de Reacción.
- ❖ Retención de Dígitos (RD), orden progresivo, inverso y total: Es una subescala de la Prueba de Inteligencia para adultos de Weschler, particularmente de la escala de memoria Auditiva, mide la memoria auditiva.
- ❖ Símbolos y Dígitos (SD): Sub-prueba del WAIS, que mide la velocidad perceptual y motora, requiere del aprendizaje de asociaciones.
- ❖ Retención Visual de Benton (RVB): Es una prueba que en su forma de reconocimiento mide la memoria y la percepción visual de corto plazo, evaluando la habilidad para reconocer patrones geométricos en el espacio y memorizarlos.
- ❖ Rapidez y Precisión Motriz (RPM): Parte de la batería de Fleishman utilizada para el análisis de habilidades motrices y

mide la habilidad para hacer movimientos exactos y rápidos con la mano.

### 3.2.4 Definición de variables.

Variable independiente.

Exposición a disolventes. Se consideró como variable ya que los trabajadores se encuentran expuestos durante toda su jornada laboral, (8 hrs) .

Variable dependiente.

Síntomas subjetivos de toxicidad: Son sentimientos e incomodidades que puede presentar una persona en su comportamiento.

Tiempo de reacción simple: El tiempo de reacción que tiene una persona ante un estímulo visual o auditivo

Retención de Dígitos: La memoria auditiva

Símbolos y Dígito: Se trata de la velocidad motora y perceptual que tiene una persona para asociar figuras y números.

Rapidez y precisión motriz: La habilidad para hacer movimientos de ojo- mano.

Retención Visual de Benton: La percepción visual y memoria de modelos geométricos.

### 3.2.5 Diseño

El investigación de este estudio es no experimental, ya que en este estudio no se construye ninguna situación, las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre las variables; el diseño es transeccional descriptivo y tiene como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables (Hernández, Fernández y Baptista, 2000).

### 3.2.6 Procedimiento.

La aplicación de las pruebas se llevó a cabo al principio de su jornada laboral, con una duración aproximadamente de 25-30min por individuo.

Se hizo de manera individual, iniciando con la historia clínica, en donde primero se le dieron las instrucciones y se resolvían dudas; se aplicaron las pruebas de: Retención Visual de Benton, Símbolos y Dígitos, el Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Toxicidad, Rapidez y Precisión Motriz, Tiempo de Reacción Simple y Retención de Dígitos; mencionándoles que las pruebas aplicadas eran para fines estadísticos y con carácter confidencial (grupo expuesto).

La aplicación de las pruebas fue en el mismo orden, y con las mismas instrucciones (grupo control). El tiempo de aplicación de este grupo fue aproximadamente de 4 meses, su duración en la aplicación fue de 30 min. por trabajador. Cualquier tipo de observación era escrita en la hoja de registro de cada individuo y en su historia clínica.

**CAPITULO IV.**

**RESULTADOS.**

## CAPITULO IV. RESULTADOS.

En el anexo 2 se encuentran las puntuaciones de los trabajadores expuestos a disolventes con su media y desviación estándar. En el anexo 3 se verán las puntuaciones de los trabajadores no expuestos fungiendo como grupo control, teniendo su media y desviación estándar; estos datos se utilizaron para realizar la prueba *t* de student para grupos independientes.

El Análisis se realizó con la prueba *t de student* para grupos independientes, ya que este procedimiento es utilizado para evaluar si dos grupos difieren entre sí significativamente respecto de sus medias, lo que posibilita su comparación; por lo tanto y en el caso de que las diferencias sean significativas éstas se pueden atribuir a la variable estudiada (exposición-disolventes) que tuvieron los trabajadores durante las jornadas laborales, provocando posible deterioro neuroconductual y perjuicio en su salud; esta prueba es utilizada en grupos de datos menores a 50, pues se basa en la obtención de grados de libertad y no en el tamaño de la muestra (Hernández, Fernández y Baptista, 2000).

Otro prueba que se aplicó para dicho estudio es el Análisis de Varianza Unidireccional, el cual se utiliza regularmente para ver si más de dos grupos difieren significativamente entre sí en cuanto a sus medias y varianzas; aunque no es recomendable utilizar este tipo de prueba para dos grupos se puede hacer una excepción como en este caso en donde también ayudará a confirmar los resultados obtenidos en la prueba anterior (Hernández, Fernández y Baptista, 2000).

Los datos arrojados por la *t* de student para muestras independientes aplicada a los datos obtenidos por los dos grupos en cada una de las pruebas se enlistan en la Tabla No. 1.

Se puede observar en un primer recuadro de la tabla a cada una de las pruebas aplicadas en el estudio, en una siguiente casilla se muestra la igualdad de varianzas de la población, especificando los valores de F y su significancia; posteriormente se presenta la prueba t para la igualdad de medias, donde se desglosa el valor de t que es el valor que se tomará en cuenta, los grados de libertad (gl) que se calculan así:  $(N1 + N2) - 2$  siendo N1, N2 el tamaño de los grupos que se comparan dando como resultado 48gl. Con respecto a los reglones muestran dos valores; el primero se utilizó en caso de suponer que la varianza era igual en los dos grupos estudiados y el segundo se usó cuando se suponía que no hay varianzas iguales. En este caso se trabajó con la segunda suposición toda vez que los grupos difirieran en sus variables tan importantes como el tiempo de exposición, la antigüedad, la edad, enfermedades neurológicas entre otros. Asimismo en esta tabla se presenta la significancia para dos colas, donde se compara el valor obtenido contra el valor que le corresponda según los gl y la significancia que se escogió, otro recuadro es la diferencia entre medias, el error típico de la diferencia y el 95% porcentaje de confianza para cada una de las diferencias marcando el puntaje superior – inferior de cada una de las pruebas realizadas.

## Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
CSST: Es un listado de las incomodidades y molestias más comunes de comportamiento, sentimientos y sensaciones que puede experimentar una persona	Se han asumido varianzas iguales	.034	.854	.809	48	.422	1.8400	2.27382	-2.73183	6.41183
	No se han asumido varianzas iguales			.809	47.996	.422	1.8400	2.27382	-2.73184	6.41184
TRS: Mide la velocidad de reacción a un estímulo visual o auditivo que requiere de la atención del sujeto	Se han asumido varianzas iguales	.020	.889	2.248	48	.029	34.3600	15.28591	3.62563	65.09437
	No se han asumido varianzas iguales			2.248	46.059	.029	34.3600	15.28591	3.59212	65.12788
RD: Mide la Memoria Auditiva inmediata por lo cual requiere que se focalice la atención.	Se han asumido varianzas iguales	3.855	.055	-3.777	48	.000	-1.6800	.44482	-2.57437	-7.8563
	No se han asumido varianzas iguales			-3.777	38.854	.001	-1.6800	.44482	-2.57985	-7.8015
SD: Mide la velocidad perceptual y motora y requiere del aprendizaje de asociaciones.	Se han asumido varianzas iguales	2.548	.117	-4.541	48	.000	-17.7600	3.91101	-25.62361	-9.89639
	No se han asumido varianzas iguales			-4.541	41.343	.000	-17.7600	3.91101	-25.65646	-9.86354
RVB: Prueba que en su forma de reconocimiento mide la memoria y la percepción visual de corte	Se han asumido varianzas iguales	6.433	.015	-2.962	48	.005	-1.2000	.40513	-2.01458	-3.8542
	No se han asumido varianzas iguales			-2.962	35.385	.005	-1.2000	.40513	-2.02215	-3.7785
RPM: Utilizada para el análisis de habilidades motrices y mide la habilidad para hacer	Se han asumido varianzas iguales	10.077	.003	4.059	48	.000	79.2800	19.53378	40.00471	118.55529
	No se han asumido varianzas iguales			4.059	30.603	.000	79.2800	19.53378	39.41962	119.14038

Tabla No. 1. Los resultados que arroja la prueba t para Muestras Independientes del estudio realizado a dos grupos, mostrando los datos de la t de student y sus grados de libertad.

En la tabla N° 2 se presentan varias columnas en donde la primera proporciona la ubicación de cada una de las pruebas aplicadas durante el estudio, posteriormente se tiene el valor proporcionado por la prueba t de student para muestras independientes al cual se le llama t calculada ( $t_c$ ), la cual al tener un valor negativo se multiplicará por  $-1$  para obtener un valor positivo y no afectar el resultado; en la siguiente casilla se muestra la t de tablas ( $t_t$ ) la cual se obtiene por medio de la fórmula anteriormente mencionada de los grados de libertad que en este caso son de 48gl y nivel de significancia que es un valor de 0.05 para dos

colas, otorgándonos un valor para poder realizar la comparación y así rechazar o aceptar la Hipótesis de Investigación.

Los criterios para la aceptación de la Hi son:

$t_c > t_t$  se acepta Hi, por lo tanto

si  $t_c < t_t$  se rechaza Hi

PRUEBAS	$t_c$	$t_t$ por gl	Comparación	Conclusión
CSST	.809	2.000	$T_c < T_t$	SE RECHAZA Hi
TRS	2.248	2.000	$T_c > T_t$	SE ACEPTA Hi
RD	-3.777	2.000	$T_c > T_t$	SE ACEPTA Hi
SD	-4.541	2.000	$T_c > T_t$	SE ACEPTA Hi
RVB	-2.962	2.000	$T_c > T_t$	SE ACEPTA Hi
RPM	4.059	2.000	$T_c > T_t$	SE ACEPTA Hi

Tabla N° 2 mostrando la t calculada ( $t_c$ ), la t de tablas ( $t_t$ ) según (Hernández, Fernández y Baptista, 2000) y su conclusión con referencia a la Hipótesis de Investigación.

Estos resultados muestran que en la prueba de Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Toxicidad (CSST), no existen diferencias entre grupos, lo cual indica que las personas expuestas a disolventes no afecta su comportamiento, ni en sentimientos y ni en sensaciones; a diferencia de las demás pruebas donde si existen una diferencia significativa entre los valores de la Variable Dependiente medida entre los grupos; ésto quiere decir que hay un efecto significativo en la evaluación neuroconductual que se realizó en los trabajadores expuestos y no expuestos a disolventes. Dadas la diferencias en casi todas la pruebas aplicadas, se acepta la Hipótesis de Investigación y se rechaza la Hipótesis nula, en donde se confirma que si existen alteraciones en las distintas funciones como reconocimiento, habilidad motriz, percepción, memoria, asociaciones y discriminación; excepto por la prueba de CSST, donde sus molestias e

incomodidades pueden manifestarse en el comportamiento, dando pie a una afectación directamente en un aspecto someramente motor y no tanto de personalidad.

Los resultados anteriormente descritos indican que sin duda hay un efecto en el comportamiento – salud del trabajador expuesto.

Una segunda prueba que se realizó fue el Análisis de Varianza Unidireccional, donde se confirmaron los resultados de la prueba t respecto al estudio para ver si difieren significativamente sus medias y varianzas.

La tabla N° 3 tiene diversas columnas en donde la primera proporciona la ubicación de cada una de la pruebas aplicadas durante el estudio, mencionando que los resultados en el Análisis de Varianza Unidireccional presenta tres tipos de resultados a nivel intergrupos, intragrupos y su total; posteriormente se tendrá el valor de la suma de cuadrados, en la siguiente columna se muestran los grados de libertad (gl) para cada tipo de comparación, para poder obtener los gl entre grupos la formula es:  $K-1$ , donde  $K$  = el número de grupos; siendo  $2 - 1 = 1$ gl, para los gl intragrupos este será  $N - K$ , donde  $N$  es el tamaño de la muestra, la suma de los individuos de todos los grupos y  $K$  es el número de grupos, siendo  $50-2= 48$ gl, para obtener el valor exacto de  $F$  se obtuvo por medio de ambos grados de libertad (intra-inter grupos), por lo tanto, la utilización de la tabla se inicia buscando los dos valores gl, los cuales se tomaron en cuenta para poder obtener la  $F$  de tablas ( $F_t$ ), de acuerdo a los gl y el valor de significancia que se consideró fue  $p=0.05$  para dos colas; posteriormente se presenta la media cuadrática la cual implica un promedio de varianzas elevadas al cuadrado; en la siguiente columna se muestran los valores de  $F$  que se toman como  $F$  calculada ( $F_c$ ) la cual se usará para la interpretación, además de presentarse su significancia y así rechazar o aceptar nuestra  $H_0$ .

## ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CSST: Es un listado de las incomodidades y molestias más comunes de comportamiento, sentimientos y sensaciones que puede experimentar una persona	Inter-grupos	42.320	1	42.320	.655	.422
	Intra-grupos	3102.160	48	64.628		
	Total	3144.480	49			
TRS: Mide la velocidad de reacción a un estímulo visual o auditivo que requiere de la atención del sujeto	Inter-grupos	14757.620	1	14757.620	5.053	.029
	Intra-grupos	140195.360	48	2920.737		
	Total	154952.980	49			
RD: Mide la Memoria Auditiva inmediata por lo cual requiere que se focalice la atención.	Inter-grupos	35.280	1	35.280	14.264	.000
	Intra-grupos	118.720	48	2.473		
	Total	154.000	49			
SD: Mide la velocidad perceptual y motora y requiere del aprendizaje de asociaciones	Inter-grupos	3942.720	1	3942.720	20.621	.000
	Intra-grupos	9177.600	48	191.200		
	Total	13120.320	49			
RVB: Prueba que en su forma de reconocimiento mide la memoria y la percepción visual de color	Inter-grupos	18.000	1	18.000	8.773	.005
	Intra-grupos	98.480	48	2.052		
	Total	116.480	49			
RPM: Utilizada para el análisis de habilidades motrices y mide la habilidad para hacer	Inter-grupos	78566.480	1	78566.480	16.472	.000
	Intra-grupos	228941.040	48	4769.605		
	Total	307507.520	49			

Tabla N° 3 muestra los resultados generales Inter. e intra grupo de los trabajadores expuestos y no expuestos a disolventes que estuvieron en la investigación, exponiendo los datos que son de interés para el estudio, como son las pruebas y si son significativos dado el caso.

Donde su criterio radica a la razón F donde:

$F_c > F_t$  se acepta  $H_1$ , por lo tanto

Si  $F_c < F_t$  se rechaza  $H_1$ .

<b>PRUEBAS</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft por gl</b>	<b>Comparación</b>	<b>Conclusión</b>
CSST	.655	4.000	$F_c < F_t$	SE RECHAZA $H_0$
TRS	5.053	4.000	$F_c > F_t$	SE ACEPTA $H_0$
RD	14.264	4.000	$F_c > F_t$	SE ACEPTA $H_0$
SD	20.621	4.000	$F_c > F_t$	SE ACEPTA $H_0$
RVB	8.773	4.000	$F_c > F_t$	SE ACEPTA $H_0$
RPM	16.472	4.000	$F_c > F_t$	SE ACEPTA $H_0$

Los valores dados en esta prueba son parecidos a la prueba anteriormente realizada la prueba t de student para muestras independientes, donde al igual que aquí el CSST no fue significativo en esta muestra; sin embargo, para las siguientes pruebas solo estos resultados confirman que si existe una diferencia significativa entre los grupos, teniendo un efecto en los trabajadores expuestos. Los resultados anteriormente descritos, indican que sin duda, hay un efecto de tal manera que influye en el comportamiento - salud.

<b>PRUEBAS</b>	<b>SIGNIFICANCIA RAZON F</b>
CSST	NO SIGNIFICATIVA
TRS	SIGNIFICATIVA
RD	SIGNIFICATIVA
SD	SIGNIFICATIVA
RVB	SIGNIFICATIVA
RPM	SIGNIFICATIVA

Tabla N° 4 las pruebas que son y no significativa de acuerdo a su Razón F antes mencionado en la prueba de ANOVA.

Como se observa la mayoría de las pruebas son significativas; de tal manera, que la Hipótesis de Investigación se acepta y la Nula se rechaza.

## **CAPITULO V.**

### **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.**

## CAPITULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados anteriormente mencionados es posible señalar que el presente estudio constituye un antecedente de esta naturaleza a nivel nacional y un acercamiento preliminar a la problemática que representan las sustancias neurotóxicas presentes en el sitio de trabajo y su relación con la salud de los trabajadores, ya que en México existen pocos estudios de este tipo mientras que en otros países la evaluación neuroconductual de trabajadores expuestos a neurotóxicos, es parte del trabajo de vigilancia periódica.

Los resultados de esta investigación ayudan a confirmar las hipótesis de este estudio mostrando que los grupos difieren significativamente, cumpliendo los objetivos de Investigación “Se encuentran diferencias significativas entre la evaluación neuroconductual realizada a dos grupos de trabajadores: expuestos y no expuestos a disolventes” con apoyo de las pruebas realizadas para el análisis. En realidad, las pruebas utilizadas en este estudio mostraron ser consistentes para diferenciar la neurotoxicidad entre trabajadores expuestos y no expuestos.

Efectivamente, en diversos estudios se han observado alteraciones neuroconductuales en poblaciones trabajadoras de diversas edades, grupos étnicos y nacionalidades demostrando que sí efectivamente existen tales diferencias, concluyendo que los disolventes afectan la salud y en especial la calidad de la conducta del trabajador, sus procesos psicológicos y su personalidad.

En otras palabras, ésto constituye la evidencia de que la exposición a disolventes durante su jornada laboral, conlleva a una intoxicación crónica que altera significativamente la conducta del trabajador, lo cual se puede constatar con los resultados obtenidos en las pruebas de: Tiempo de Reacción Simple que mide la velocidad de reacción a un estímulo visual o auditivo y que requiere de la atención del sujeto; dicho parámetro permite estimar la reactividad de una

persona y puede considerarse como un indicador de la integridad anatómica y funcional del SNC de un individuo. La prueba de Retención de Dígitos es una subescala de la Prueba de Inteligencia para adultos de Weschler, particularmente de la escala de memoria Auditiva; que mide la Memoria Auditiva inmediata por lo cual requiere que se focalice la atención, la prueba de Símbolos y Dígitos es otra prueba del WAIS, que mide la velocidad perceptual y motora y requiere del aprendizaje de asociaciones; la prueba de Retención Visual de Benton es una prueba que en su forma de reconocimiento mide la memoria y la percepción visual de corto plazo, evaluando la habilidad para reconocer patrones geométricos en el espacio y memorizarlos y la prueba de Rapidez y Precisión Motriz que parte de la batería de Fleischaum utilizada para el análisis de habilidades motrices y que mide la habilidad para hacer movimientos exactos y rápidos con la mano; todas estas evaluaciones muestran una diferencia significativa en comparación del grupo control. Por tanto, las funciones afectadas son en su mayor parte la psicomotricidad, la atención, la memoria y el rendimiento intelectual.

Con respecto al CSST no se encontró tal diferencia entre grupos evaluados; sin embargo, también se debe tomar en cuenta que los trabajadores expuestos cuentan con una Historia Clínica en donde hicieron referencia a dolores de cabeza, pesadillas e insomnio, lo cual puede estar asociado a las variables como a la antigüedad 1 – 22 años de exposición, antecedentes de daño neurológico, depresión, dermatitis alérgica, hipertensión, diabetes, DTA, epilepsia, cáncer. Si se compara con la Historia Clínica de los trabajadores no expuestos se verá que ellos refieren tener cansancio, estrés, hipertensión, dolores de espalda, ningún tipo de exposición anterior, ni consumo de estupefacientes.

Estos resultados se relacionan con el síndrome Psicoorgánico donde se notan cambios de personalidad, pérdida de memoria, temblor, depresión, ansiedad, fatiga, cefaleas, ataxia, disminución de reflejos, desorientación,

desinhibición, ligereza, agitación, euforia, excitación inicial (Almirall, Franco, Martínez, Noriega, Villegas y Méndez, 1999).

Otros síntomas que dependen del tóxico al que se está expuesto y en donde cada organismo reacciona de distinta manera son: irritación de ojos, pérdida de apetito sexual, mareos, afectación en órganos como riñón, hígado SNC, vértigos, debilidad y aberraciones cromosómicas (Almirall, Franco, Martínez, Noriega, Villegas y Méndez, 1999).

Dado que fue aprobada la Hipótesis alterna de Investigación, se puede decir que el método fue el correcto y que cada una de los instrumentos utilizados fue de muy bajo costo por los materiales, aparatos y procedimiento empleado; sin embargo deben de explorarse más posibilidades de complementar la batería utilizada u otros métodos de evaluación, como por ejemplo incluir evaluación de tipo neurofisiológico, electrofisiológico, pruebas computarizadas y de lápiz y una entrevista final para tener un análisis más exacto; por otra parte, es necesario tener más controladas las variables de tiempo de exposición, antecedentes familiares, los grupos escogidos de tal forma que sean equivalentes en cuanto a edad, antigüedad, nivel económico y educativo.

Las evidencias encontradas en este estudio son muy pocas para poder generalizar a otras poblaciones expuestas, no obstante se pueden plantear recomendaciones y medidas preventivas y correctivas que incidan en procesos irreversibles tales como los:

- ❖ Problemas crónicos degenerativos

Además se recomienda la :

- ❖ Establecer una vigilancia en salud de estos trabajadores que sea sistemática e incluya indicadores de detección precoz de alteraciones neurotóxicas.

- ❖ Realizar el seguimiento de los casos que manifestaron alteraciones del SNC y órganos de los sentidos, aparato cardiovascular y trastornos mentales, con estudios más profundos en trabajadores y puestos de trabajo.
- ❖ Mantener la dispensarización y control de los casos detectados como hipertensos en ambos centros.
- ❖ Evaluación especializada periódica y anual
- ❖ Reubicar a los más afectados.

Todo lo anterior es importante dada la proliferación de sustancias tóxicas a las que se puede estar expuesto y que se absorben por vía pulmonar , dérmica y digestiva, provocando efectos graves y diversos tales como: cáncer, interferencia con la capacidad reproductiva de muchas especies, disminución en el desarrollo intelectual de niños, debilitamiento del sistema inmunológico, entre otros.

Desgraciadamente la contaminación y los residuos tóxicos son la otra cara de la moneda del desarrollo industrial concebido como panacéa y sinónimo de progreso, dejando de lado el peligro que representa el uso de sustancias neurotóxicas. Por tanto, es necesario continuar con estudios de este tipo, de mayores dimensiones y de mayor profundidad, para que permitan conocer el estado de salud de grupos de trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas en México.

Con respecto a la investigación en neurotoxicidad existen interrogantes que deben ser respondidas, por ejemplo la reversibilidad de los efectos y la evaluación del efecto de nuevos tóxicos, entre otras prioridades de tal forma que estas investigaciones nunca terminarán y nos enriquecerán día a día. A pesar de esta problemática no se está acostumbrado a pensar solidariamente con conciencia histórica ya que se está hipnotizado por el uso y disfrute de lo que nos rodea en lo inmediato sin importar el costo a mediano y largo plazo.

# **ANEXOS**

	<b>CSST</b>	<b>TRS</b>	<b>RD T.</b>	<b>SYD</b>	<b>RVB</b>	<b>RPM</b>
PP-2	65	.297	7	46	8	185
PP-4	65	.288	6	43	9	265
PP-5	73	.34	2	32	5	140
PP-6	70	.51	5	22	4	232
PP-7	64	.359	4	23	8	225
PP-8	61	.297	5	17	6	270
PP-9	66	.25	6	90	10	278
PP-10	67	.301	5	40	9	283
PP-11	86	.392	4	28	4	193
PP-12	63	.296	4	24	9	285
PP-12B	67	.407	3	19	8	287
PP-13	58	.271	10	48	10	320
PP-15	74	.286	8	64	8	530
PP-16	69	.273	5	30	6	453
PP-17	60	.302	7	51	8	310
PP-18	61	.297	7	53	10	283
PP-19	57	.295	5	39	7	260
PP-20	79	.265	6	43	10	221
PP-21	56	.25	6	32	6	343
PP-22	57	.257	5	47	9	276
PP-23	70	.28	3	46	8	364
PP-24	68	.271	8	63	10	483
PP-25	52	.249	9	50	9	395
PP-27	73	.285	4	40	8	290
PP28	79	.261	5	49	8	354
<b>MEDIA</b>	<b>66.400</b>	<b>.301</b>	<b>5.56</b>	<b>41.56</b>	<b>7.88</b>	<b>301</b>
<b>DESV. STAN</b>	<b>8.078</b>	<b>.06</b>	<b>1.917</b>	<b>16.36</b>	<b>1.81</b>	<b>91.465</b>

ANEXO 2. Puntuaciones totales de los trabajadores expuestos a disolventes en un empresa de pinturas con su media y desviación estándar calculadas.

TRABAJADOR	CSST	TRS	RD T.	SYD	RVB	RPM
P-1	69	.304	8	57	8	210
P-2	72	.286	8	57	8	231
P-3	67	.264	6	58	10	224
P-4	62	.261	6	55	9	179
P-5	67	.256	8	61	9	209
P-6	55	.302	8	60	10	206
P-7	79	.212	9	45	10	181
P-8	63	.326	6	56	10	175
P-9	54	.296	6	68	9	223
P-10	76	.286	8	56	9	189
P-11	57	.275	9	67	10	274
P-12	63	.235	6	57	10	211
P-13	66	.280	6	46	10	200
P-14	65	.298	6	43	10	283
P-15	57	.267	8	67	8	242
P-16	57	.172	6	56	8	297
P-17	70	.309	6	47	10	206
P-18	75	.365	7	45	7	196
P-19	58	.235	8	74	9	276
P-20	81	.301	6	65	9	218
P-21	51	.285	8	54	9	201
P-22	60	.324	8	55	8	190
P-23	58	.180	7	87	8	216
P-24	63	.210	9	76	9	240
P-25	69	.191	8	71	10	266
<b>MEDIA</b>	<b>63.640</b>	<b>.268</b>	<b>7.240</b>	<b>59.320</b>	<b>9.080</b>	<b>221.720</b>
<b>DESV. STAN</b>	<b>7.325</b>	<b>.049</b>	<b>1.128</b>	<b>10.699</b>	<b>.909</b>	<b>34.255</b>

ANEXO 3. Puntuaciones totales de los trabajadores no expuestos a disolventes que fungió como grupo control ,calculando su media y desviación estándar.

	EDAD	SEXO	ESCOLARIDAD	PUESTO	EDO CIVIL
PP-2	25	M	SECUNDARIA	OPERARIO DE MOLINOS	CASADO
PP-4	36	M	BACHILLERATO	SUPERVISOR DE EMBARQUES	CASADO
PP-5	54	M	TÉCNICA	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	CASADO
PP-6	46	M	PRIMARIA	OPERARIO DE ENTONACIÓN	CASADO
PP-7	39	M	PRIMARIA	OPERARIO DE ENTONACIÓN	CASADO
PP-8	48	M	PRIMARIA	SUPERVISOR DE MOLIENDA	CASADO
PP-9	39	M	PRIMARIA	OPERARIO DE MOLINOS	CASADO
PP-10	26	M	PRIMARIA	OPERARIO DE AGITACIÓN	CASADO
PP-11	59	M	PRIMARIA	OPERARIO DE ENTONACIÓN	CASADO
PP-12	19	M	PRIMARIA	INTENDENCIA DE PLANTA	SOLTERO
PP-12B	54	M	PRIMARIA	OPERARIO DE ENTONACIÓN	CASADO
PP-113	39	M	TÉCNICA	GERENTE DE PRODUCCIÓN	CASADO
PP-15	29	M	SECUNDARIA	JEFE DE ALMACEN	CASADO
PP-16	52	M	PRIMARIA	OPERARIO DE BARNICES Y ENTONACIÓN	CASADO
PP-17	24	M	SECUNDARIA	OPERARIO DE BARNICES	CASADO
PP-18	28	M	PRIMARIA	OPERARIO DE AGITACIÓN	CASADO
PP-19	52	M	SECUNDARIA	OPERARIO DE MOLINOS	CASADO
PP-20	25	M	PRIMARIA	AUXILIAR DE ALMACEN	SOLTERO
PP-21	38	M	PRIMARIA	SUPERVISOR DE ENTONACIÓN	CASADO
PP-22	25	M	PREPARATORIA	AUXILIAR DE MOLINOS	SOLTERO
PP-23	23	M	SECUNDARIA	OPERARIO DE BARNICES	CASADO
PP-24	22	M	SECUNDARIA	OPERARIO DE MOLINOS	CASADO
PP-25	20	M	SECUNDARIA	OPERARIO DE AGITACIÓN	CASADO
PP28	27	M	SECUNDARIA	OPERARIO DE MOLINOS	CASADO

ANEXO 4 Se encuentran datos de los trabajadores expuestos a disolventes tales como edad, sexo, escolaridad, puesto y estado civil.

	EDAD	SEXO	ESCOLARIDAD	PUESTO	EDO CIVIL
P-1	30	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	CASADO
P-2	28	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	CASADO
P-3	24	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	SOLTERO
P-4	27	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	SOLTERO
P-5	29	M	BACHILLERATO	EMPLEADO	CASADO
P-6	27	M	TECNICA	EMPLEADO	SOLTERO
P-7	19	M	PRIMARIA	EMPLEADO	SOLTERO
P-8	25	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	SOLTERO
P-9	22	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	SOLTERO
P-10	24	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	SOLTERO
P-11	22	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	SOLTERO
P-12	31	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	SOLTERO
P-13	47	M	PRIMARIA	EMPLEADO	CASADO
P-14	27	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	CASADO
P-15	29	M	BACHILLERATO	EMPLEADO	CASADO
P-16	66	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	CASADO
P-17	36	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	CASADO
P-18	49	M	PRIMARIA	OBRERO	CASADO
P-19	34	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	CASADO
P-20	23	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	SOLTERO
P-21	31	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	CASADO
P-22	27	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	CASADO
P-23	36	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	SEPARAD O
P-24	35	M	SECUNDARIA	EMPLEADO	CASADO
P-25	33	M	BACHILLERATO	EMPLEADO	CASADO

ANEXO 5. se encuentran datos como edad, grado escolar, puesto y estado civil de trabajadores no expuestos.

## REFERENCIAS.

- Almirall, H. P. (2001a). ***Ergonomía Cognitiva: Apuntes para su Aplicación en Salud y Trabajo***. Habana: Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT).
- Almirall, H. P. (2001b). ***Neurotoxicología: Apuntes teóricos y aplicaciones prácticas***. Habana: Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT).
- Almirall, P., Franco, G., Martínez, S., Noriega, M., Villegas, J. y Méndez, I. (1999). "Evaluación Psicológica en trabajadores expuestos a tolueno en una empresa mexicana de autopartes". Salud de los Trabajadores. (7). 6-14.
- Almirall, P. H., Mayor, J. R., Nino del Castillo, M., Rodríguez, R. N. y Román J. H. (1987). "***Manual de Recomendaciones para la Evaluación Psicológica en Trabajadores Expuestos a Sustancias Neurotóxicas***". Habana: Instituto de Medicina del Trabajo.
- Avitia, G. P. G y Sánchez, G. M. E. (1995). "***El efecto de los tóxicos en los trabajadores y sus posibles consecuencias en la vida familiar***". Tesis de Licenciatura no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala, Edo. Méx., México.
- Baker, A. y cols. (1998) "***Neurobehavioral Effects of solvents in construction Painters***". Journal of occupational medicine. (30): 116-123.
- Baker, E. L y Fine, L.J., (1986). "***Solvent Neurotoxicity: the current evidence***". Journal Of occupational Medicine. (28): 126-129.
- Brailowsky, S. (1995). ***Las sustancias de los sueños: Neuropsicofarmacología***. México: Fondo de Cultura Económica.
- Fernícola, N. AGG. y Jage, P. (1985). ***Nociones Básicas de Toxicología***. México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud.

Fermoso, C. N. L. (1993). "**DetECCIÓN temprana de alteraciones psicológicas en trabajadores expuestos a tóxicos**". Tesis de Licenciatura no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala, Edo. Méx., México.

Häninnen, H. y Lindström, K. (1988). **Neurobehavioral test battery of the Institute of Occupational Health**. Helsinki. Inst. of Occup. H. Helsinki, Finland.

Hernández, A. J. (2002). "La enseñanza de la toxicología en las ciencias biosanitarias del siglo XXI". Revista de Toxicología. 19 (1). 23-28.

Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, I. (2000). **Metodología de la Investigación**. México, D.F.: Mc Graw Hill.

Huici, A. M. (2001). "Valoración del riesgo químico en el mundo laboral. Tratamiento normativo específico para contaminantes cancerígenos". [Ponencia]. Revista de Toxicología. 18 (3). 96-98.

Hurtado, M. P. P., Pando, M. M. y Aguilar, E. A. (2000). "Mortalidad por accidentes de trabajo y factores de riesgo en trabajadores de empresas afiliada al IMSS Jalisco". Salud y Trabajo. (1). 19-28.

Jaimes, L. O., y Ramos, P. I. (1989). "**Propuesta para un estudio psicodiagnóstico de trabajadores expuestos a sustancias tóxicas en un ambiente laboral mexicano**". Tesis de Licenciatura no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala, Edo. Méx., México.

Ley del trabajo edición actualizada (2003). (En red). Disponible en : [www.stp.gob.mx](http://www.stp.gob.mx).

Lugo, A. J., Barroso, A. M.A., y Fernández, G. L. (1996). "Calidad de vida y sus instrumentos de medición. Una herramienta en oncología". Revista Cubana de Oncología. 12. (1).

Maizlish, N. y Feo, O. (1994). "Alteraciones neuropsicológicas en trabajadores expuestos a neurotóxicos". Salud de los Trabajadores. (2.) 5-29.

- Martínez, R., Gandur, M. J., Soria, N. y Riera de Martínez, V. (2001). "Evaluación de las alteraciones conductuales dopaminérgicas en ratones con bajas concentraciones de plomo". Revista de Toxicología. 18 (2). 87-91.
- Martínez, M. C. y Sosa, G. (1994). "Intoxicación por plomo. Alternativas Terapéuticas". Salud de los trabajadores. 2. 159-162.
- NIOSH. (1989). "Información sobre los riesgos de los productos químicos". Ministerio de los E.E. U.U. Administración de la salud y seguridad ocupacional. publicación DHHS N°97-155.
- NIOSH. (1997). "Organic Solvent Neurotoxicity: Control of Health and Safety Hazards in commercial dry cleaners: chemical exposures, five hazards, and ergonomic risk factors". Ministerio de los E.E. U.U. Administración de la salud y seguridad ocupacional ([www.cpwr.com](http://www.cpwr.com) o [www.cdc.gov/NIOSH](http://www.cdc.gov/NIOSH)). N°87-104.
- Odone, I. (1976). "Modelo Italiano para el Desarrollo de la Formación Profesional del Trabajador". Italia: C.E.S.A.T.
- OIT. (1982). **Enciclopedia de medicina, higiene y seguridad del trabajo**. Madrid: Organización Internacional del Trabajo: 2:31.7-9.
- Periago, J. F. (2001). "Evaluación de riesgos toxicológicos en el mundo laboral". [Ponencia]. Revista de Toxicología. 18 (3). 93-95.
- Ramírez, J. A. (1985). "**Psicotoxicología conductual: Un estudio con Biester DT-22**". Tesis de Maestría en Salud Ocupacional. Instituto de medicina del trabajo. La Habana, Cuba.
- Ramírez, J. A. (2000). "**P300 y evaluación neuroconductual como indicadores de alteraciones tempranas por exposición ocupacional a solventes**". Estudios de Posgrado. No publicado. Universidad nacional Autónoma de México: FES-Iztacala. Edo. Méx., México.
- Rincón, A. (1982). **ABC de Química**. México: Herrero.

- Squillante, G., Maritza, R., Medina., Rodríguez, M. y Guevara. H. (1998).  
“Exposición ocupacional al percloroetileno y otros solventes en trabajadores de lavanderías al seco”. Valencia, Venezuela 1997. Salud de los Trabajadores.  
6. 21-28.
- Vega, S. (1985a). **Evaluación Epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales: Toxicología V: Genotoxicidad y daño al sistema reproductor**. México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud.
- Vega, S. (1985b). **Evaluación Epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales: Toxicología II: Toxicocinética**. México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud.
- WHO. (1985). “*Organic solvents and the central nervous systems*”. Copenhagen, Denmark: World health Organization and Nordic Council of ministers. 1-39.
- Zavala, H. A .E., (1992).” ***La participación de la psicología en la detección de alteración neuroconductuales en la evaluación***”. Tesis de Licenciatura no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala, Edo. Méx., México.