

SEGURIDAD SOCIAL

AÑO XXX

EPOCA V

Núms. 127-128

ENERO - ABRIL

1981

MEXICO, D.F.

PUBLICACION BIMESTRAL DEL COMITE PERMANENTE INTERAMERICANO
DE SEGURIDAD SOCIAL

ORGANO DE DIFUSION DEL CENTRO INTERAMERICANO DE ESTUDIOS
DE SEGURIDAD SOCIAL

Conferencia Interamericana de Seguridad Social



**Centro Interamericano de
Estudios de Seguridad Social**

Este documento forma parte de la producción editorial de la Conferencia Interamericana de Seguridad Social (CISS)

Se permite su reproducción total o parcial, en copia digital o impresa; siempre y cuando se cite la fuente y se reconozca la autoría.

	<i>Pág.</i>
Toxicología industrial. <i>Dr. Carlos Pérez Lucio,</i> <i>Dra. María de Jesús Rodríguez R.</i>	111
Ruido y trabajo. <i>Dr. Joel Velázquez González,</i> <i>Dr. Fernando Pruneda</i>	119
Aspectos psiquiátricos de la patología laboral. <i>Dr. Miguel Angel Pérez Toledo,</i> <i>Dr. Víctor Manuel Joffre Velázquez</i>	129
 SEGURIDAD SOCIAL BOLIVIANA. DIAGNOSTICO	
Ministerio de Previsión Social y Salud Pública	137
CENTRO INTERAMERICANO DE ESTUDIOS DE SEGURIDAD SOCIAL	171
 Programas de Maestría en:	
ACTUARIA, ESTADISTICA, INFORMATICA aplicadas a la segu- ridad social	173
I. Maestría en Actuaría	178
II. Maestría en Estadística.	183
III. Maestría en Informática	189

RUIDO Y TRABAJO

Dr. Joel Velázquez González *
Dr. Fernando Pruneda

La mayor parte de las publicaciones sobre el tema se refieren al análisis, con enfoques diversos, de las alteraciones orgánicas y funcionales que en el organismo humano provocan los sonidos o el ruido, y en raras ocasiones se considera el significado de esos términos en función de los fenómenos acústicos implícitos en ellos y su relación causal con la pérdida o conservación del estado de salud del hombre que trabaja.

Este trabajo pretende esclarecer algunos conceptos y términos empleados en acústica y, con base en ellos, explicar la relación causal entre la exposición laboral al riesgo y las repercusiones biológicas y psicológicas que en los trabajadores se producen.

La Real Academia Española ¹ define al sonido como "la sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido por un medio elástico, como el aire". El mismo instrumento lexicológico propone la siguiente definición para el término ruido: "sonido inarticulado y confuso", derivado del latín rugitus, rugido, al que designa como "la voz del león".

La etimología de muchas palabras, señalan Herrera y Pimentel,² indica su sentido natural, exacto u objetivo. Pero la de otras es fantástica, dotada de un aspecto figurativo o imaginativo.

Hay raíces que, tanto en latín como en griego, se asemejan entre sí, y llegan a dar sonidos iguales en español, a lo cual los mismos autores designan como "equivoco etimológico".

Mientras algunas palabras perecen por falta de una realidad a la cual pueden aplicarse, otras renacen cuando vuelven a usarse tras largo desuso, o porque ennoblecen su significado. Los neologismos técnicos son cambios semánticos, adaptaciones semánticas. Se trata en realidad de una nueva agrupación de palabras conocidas ya en español, o al menos conocidas en latín o en griego.

Esto acontece con nuestros términos SONIDO Y RUIDO; el primero, tanto en el sentido popular como en el científico, conserva su significado gramatical, como puede comprobarse al consultar cualquier texto de física.

El segundo, en cambio, sufre variaciones significantes. En la expresión popular, subjetiva, al ruido se le define como cualquier sonido desagradable o no deseado.

Desde el punto de vista científico, el concepto de ruido que hemos seleccionado ^{3, 4} proviene del modelo propuesto en 1948 por Claude Shannon,^{5, 6} que considera al ruido como un componente esencial de un sistema de comunicación constituido por:

- una fuente de información, que genera un mensaje;
- un transmisor, que opera sobre el mensaje en tal forma que produce una señal con modalidad energética apropiada para ser transmitida;
- un canal por donde se transmite la información;

* Médico del Servicio de Audiología. Departamento de Apoyo Técnico Médico. Jefatura de Medicina del Trabajo, IMSS.

- un receptor, que reconstruye el mensaje de la señal;
- un destino (persona u objeto) al cual se envió el mensaje; y
- una fuente de ruido, conectada físicamente al canal, lo que necesariamente implica que la fuente opera con la misma modalidad de energía que la utilizada para transmitir la información, y que está ajustada a la misma banda de frecuencias que generan las señales portadoras de la información.

El modelo de Shannon es atractivo particularmente por su generalidad. No implica que la información necesariamente deba ser transportada por una modalidad específica de energía. Así, puede haber sistemas de comunicación acústicos, sistemas de comunicación eléctricos, sistemas de comunicación luminicos, etc., todos ellos poseedores respectivamente de fuentes de ruido acústico, ruido eléctrico, ruido lumínico, etc. (Figura N° 1.)

La norma de Terminología Acústica ⁷ de los Estados Unidos de América, a través del American Standards Institute, implícitamente acepta el modelo de Shannon ^{5, 6} para definir al ruido acústico. En nuestro país, hemos propuesto ³ que se adopte, como definición de ruido acústico, la siguiente:

SISTEMA GENERAL DE COMUNICACION ANALOGICA

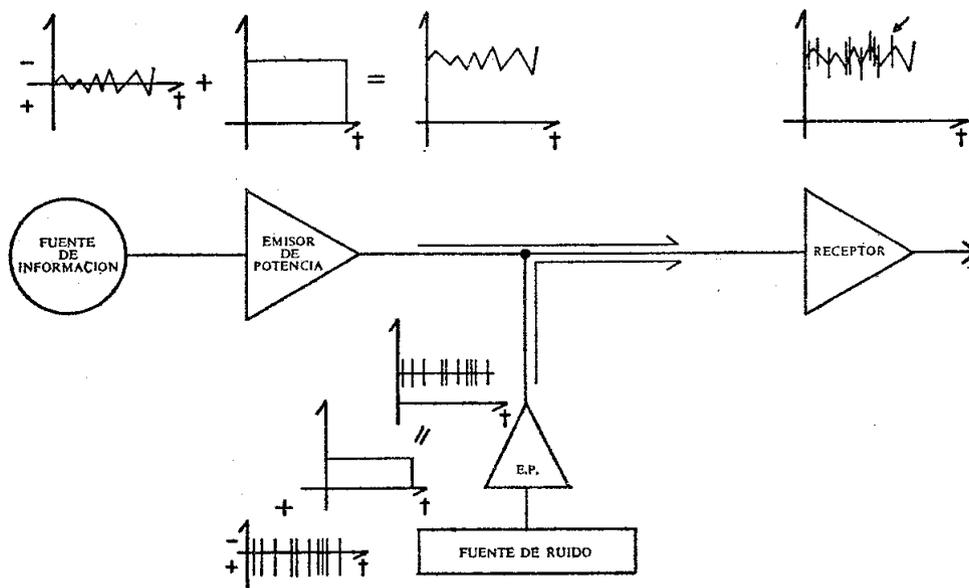


Figura 1. Sistema de comunicación analógica (modificado del propuesto por Shannon) ^{5, 6} compuesto por una fuente de información y una fuente de ruido; ambos conectados a su vez a una fuente de energía o emisor de potencia (E.P.), lo cual permite la transmisión de la información por un canal a un receptor. En ambos casos se muestra, en forma esquemática mediante gráficas, la suma de la información o el ruido con su fuente correspondiente de potencia.

Nótese que al receptor le llega, por su conexión con el canal de transmisión, una mezcla de información y ruido (señalado con la flecha superior de la gráfica).

“cualquier perturbación acústica en un sistema de comunicación que transmite información mediante energía acústica”.

La información necesariamente debe ser acarreada en el medio físico por diferentes modalidades de energía, las cuales activan de manera selectiva diferentes órganos sensoriales.

Estas dos situaciones, en relación con el fenómeno acústico, generan la posibilidad de que ocurran dos grandes problemas para el organismo humano: ⁸ la lesión del órgano auditivo cuando la energía que transporta la información adquiere gran magnitud, o bien el encubrimiento de la información, particularmente cuando se requiere coordinar actividades o recibir señales que indiquen peligro. Estas alteraciones pueden presentarse de manera aislada o simultánea (Figura N° 2).

Dado que los métodos utilizados para medir y evaluar ambas situaciones son diferentes esencialmente, se justifica utilizar una terminología que las distinga. En el caso de la vía de la audición, se proponen los términos de “sonido de gran magnitud” para denominar a los sonidos capaces de lesionar a las estructuras del oído, y “ruido acústico” para denotar la perturbación acústica de la información acústica.

Durante el ejercicio del trabajo o con motivo de él, ambos se presentan frecuentemente y provocan riesgos laborales diferentes.⁸

Los valores umbrales máximos actuales únicamente se relacionan con las alteraciones provocadas por los sonidos de gran magnitud, lo cual impide caracterizar un gran capítulo de los riesgos de trabajo: aquellos producidos por la perturbación de la información.

Los efectos atribuibles a la exposición a sonidos de gran magnitud están íntimamente relacionados con: las características del fenómeno acústico, la magnitud de la presión acústica, los componentes de frecuencia y tipo o clase del sonido, el tiempo de exposición, la susceptibilidad individual y el uso de protección personal. Se dividen en dos categorías: efectos auditivos y efectos no auditivos.

Al primer grupo corresponden las alteraciones provocadas por TRAUMA ACUSTICO AGUDO: lesiones causadas directamente por efecto de la presión acústica generada por sonidos transitorios o por transición (explosiones, detonaciones o escapes repentinos de aire o vapor), en los que los componentes de frecuencia no son significativos y su magnitud es superior a la resistencia anatómica del órgano auditivo, por lo que lesionan las estructuras del oído medio en la mayoría de las ocasiones, pudiendo afectar también las del oído interno.^{9, 10, 11, 12} Puede haber ruptura de la membrana timpánica, luxación de las articulaciones o fractura de los hue-

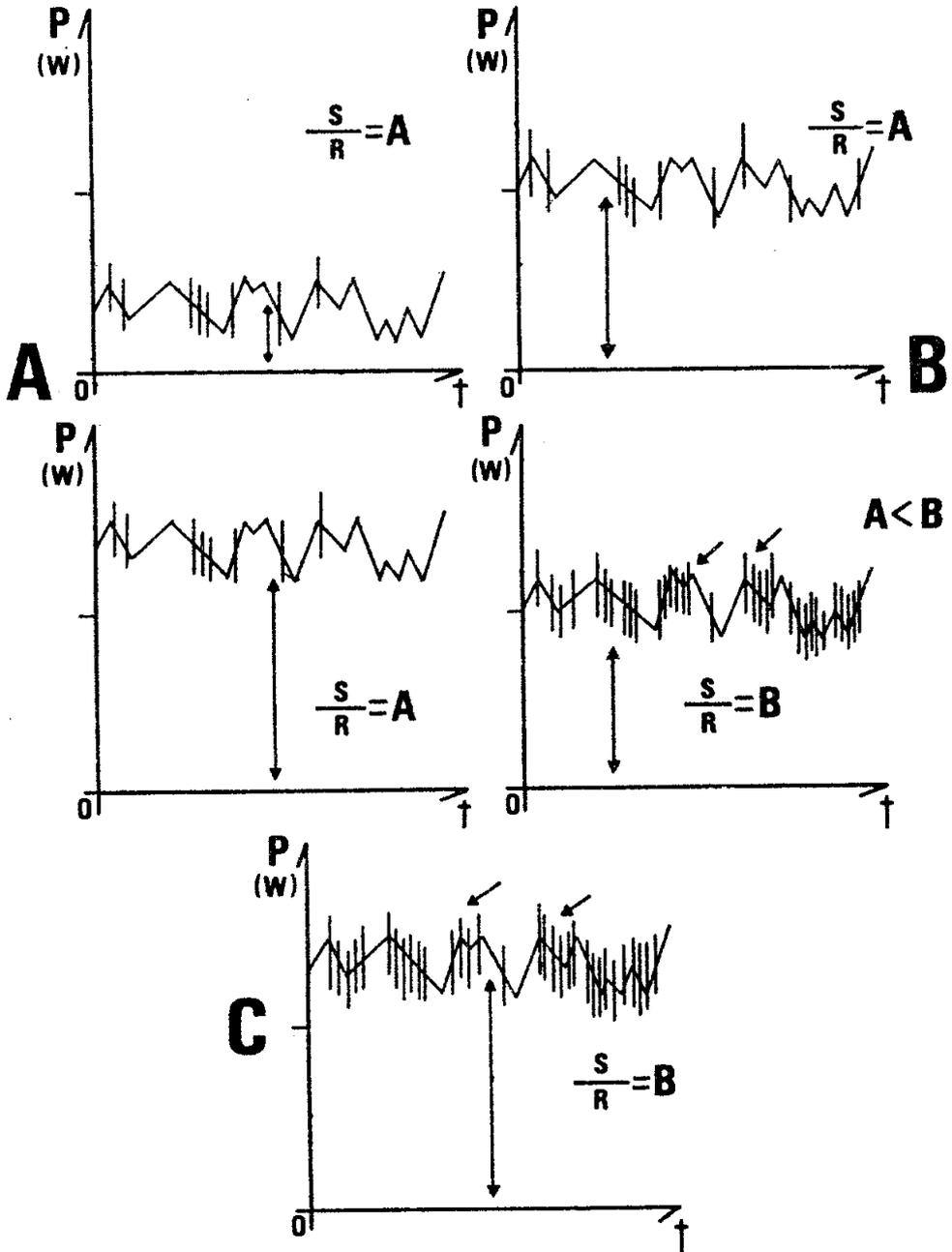
Figura 2. Representación esquemática de las diferentes combinaciones de información y ruido que pueden llegar al receptor, y magnitud de la energía que la transporta. En todas las gráficas la relación señal-ruido se representa como el cociente adimensional SR, y la energía como potencia (P), en watts (W).

En A se tiene el caso de un incremento de la energía transportadora con un mismo valor del cociente señal-ruido ($S/R = A$). En B se tiene que la magnitud de la energía transportadora es constante, mientras que en la curva inferior de B, el cociente señal-ruido ($S/R=B$) es mayor que el anterior ($A < B$).

El caso C representa la mezcla de ambas situaciones: gran magnitud de la energía transportadora con un cociente señal-ruido importante.

Si se trata de un sistema analógico de comunicación acústica, y el receptor es un trabajador con su vía neurológica de la audición en condiciones fisiológicas de normalidad, se tendrá para el caso A, una exposición laboral a sonidos de gran magnitud; para el caso B, una exposición a ruido acústico; y para el caso C, una exposición laboral a sonidos de gran magnitud y a ruido acústico.

Figura N° 2



secillos, o destrucción del órgano auditivo interno. Estas lesiones se califican como accidente de trabajo.

A este grupo también pertenece la entidad conocida como TRAUMA ACUSTICO CRONICO, derivada de la exposición prolongada a sonidos estables o inestables⁹ y a sonidos transitorios o por transición repetidos en los que la presión acústica es inferior a la que causa el cuadro agudo, y determina la aparición de hipoacusia casi siempre bilateral, progresiva, aproximadamente simétrica e irreversible, en la que hay destrucción de las células ciliadas del órgano de Corti y degeneración de las fibras de la primera neurona.^{9, 12}

En la instalación y evolución del daño por trauma acústico crónico intervienen algunos factores íntimamente relacionados con la necesidad de establecer, en forma precisa, la relación causal entre la exposición al riesgo y la aparición de la lesión. Se designan como "factores etiológicos del trauma acústico" y son:

- Los caracteres físicos del sonido: magnitud de la presión acústica y componentes de frecuencia. Son más lesivos los sonidos cuyo nivel sonoro es superior a 85 dB(A) y con componentes de frecuencia entre 1,000 y 6,000 Hz.¹²
- El tiempo de exposición, que no deberá exceder por jornada de trabajo a los valores máximos permisibles (tablas 1 y 2; figuras 3 y 4). Existe una relación directa entre las características del agente, el tiempo de exposición y la severidad del daño auditivo.^{12, 13}
- También tiene influencia en la magnitud de la hipoacusia que se genera, el tipo o clase de los sonidos, así como la continuidad o intermitencia de la exposición. Provocan mayor daño las exposiciones constantes y los sonidos transitorios y por transición repetidos, que las exposiciones fraccionadas en las que se alternan períodos de no exposición a sonidos estables o inestables.^{9, 12}
- La susceptibilidad individual es otro factor determinante en la magnitud del daño auditivo. Lo habitual es que frente a un agente agresor, el organismo trate de adaptarse resistiendo a la lesión, pero con bastante frecuencia ocurre que, por circunstancias individuales, algunas personas responden mal, enfermando en un período más corto, o con menor magnitud del agente. Otras veces, algunos padecimientos otológicos previos pueden ser la causa de que la lesión se instale prematuramente.^{9, 12}

En el segundo grupo, el de los efectos no auditivos imputables a los sonidos de gran magnitud, se incluyen ciertas alteraciones caracterizadas por disfunción neurovegetativa, resultado de la estimulación auditiva y cerebral que los sonidos provocan. En estos cambios funcionales transitorios parece no haber relación con los componentes de frecuencia, y si la hay con la magnitud de la presión acústica.

Una de las formas más simples en la investigación de estas respuestas es la observación de algunos hechos que ocurren en el sistema cardiovascular, en el cual se pueden registrar algunos cambios durante la exposición a sonidos de gran magnitud: disminución en el calibre de los vasos sanguíneos, aumento de la tensión arterial y aumento de la frecuencia cardíaca. En otros órganos, aparatos o sistemas también hay modificaciones transitorias: aumento en las secreciones digestivas, aumento en la sudoración, cambios en la contractilidad pupilar, por mencionar algunas.^{9, 12}

TABLA 1

Cuando el nivel sonoro generado en los centros de trabajo se encuentre comprendido entre 90 dB(A) y 115 dB(A), el tiempo de exposición de los trabajadores en una jornada de trabajo no excederá al consignado en la tabla que se muestra a continuación:

TIEMPO MAXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICION
POR JORNADA DE TRABAJO (EN FUNCION DEL
NIVEL SONORO)

Horas	dB(A)
8	90
7	91
6	92
5	93
4	95
3	97
2	100
1	105
45' *	107
30'	110
15'	115

* El simbolo ' significa tiempo medido en minutos.

Cuando el resultado de la medición se encuentre comprendido entre dos magnitudes consignadas en la tabla, se deberá consultar la Gráfica N° 1, para obtener el tiempo máximo permisible de exposición preciso.

TABLA 2

Tiempo máximo permisible de exposición por jornada de trabajo (en función del análisis de la magnitud de los componentes de frecuencia en bandas de octavas).

HZ	dB RE. 2×10^{-5} N/m ²										
125	102	104	107	111	115	119	125	—	—	—	—
250	96	96	99	102	105	109	114	126	—	—	—
500	91	92	94	96	98	101	105	115	119	124	132
1,000	88	89	89	91	93	95	99	107	110	114	121
2,000	85	85	86	87	89	92	95	100	103	108	113
4,000	85	85	85	86	88	90	93	99	101	105	109
8,000	88	89	91	93	96	98	102	108	110	114	120
HORAS	8	7	6	5	4	3	2	1	45'	30'	15'

T.M.P.E.

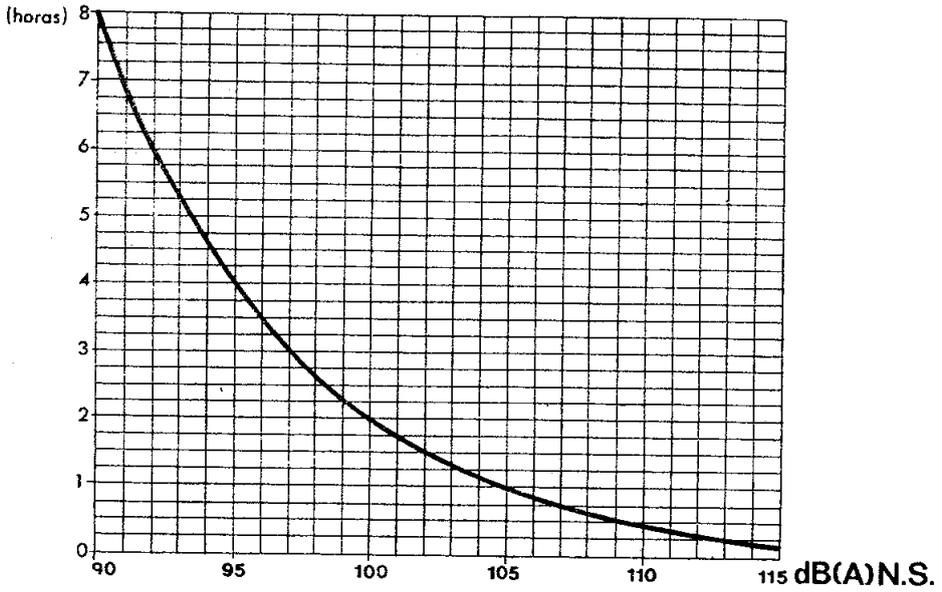


Figura 3

T.M.P.E.

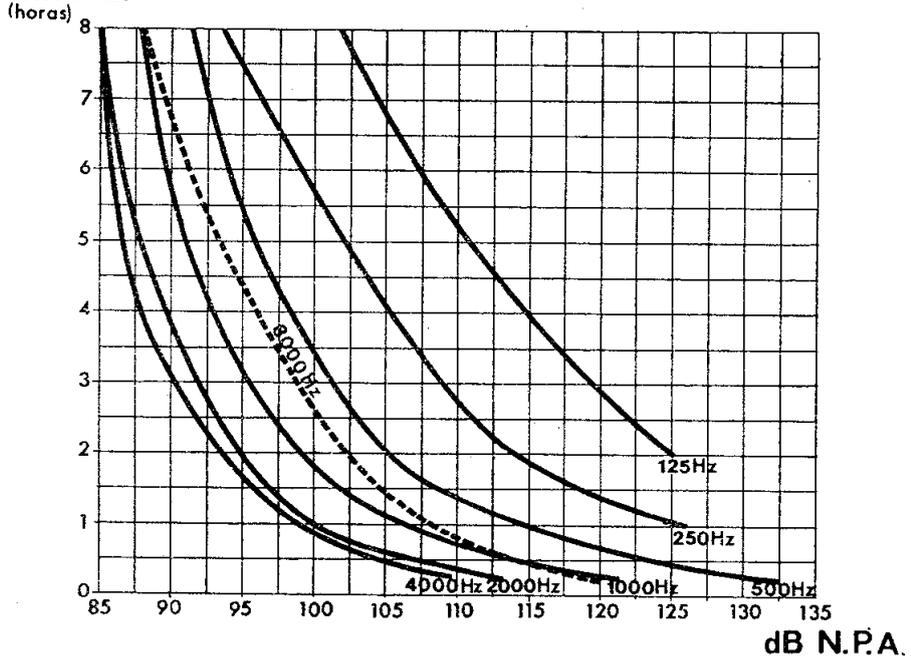


Figura 4

Otro grupo de alteraciones estaría representado por lo que algunos autores connotan como "fatiga física y mental", situación por demás discutible, ya que en determinadas circunstancias los sonidos sí son capaces de producirlas, causando principalmente disminución en la productividad y mayor propensión a la accidentabilidad. Sin embargo, se ha demostrado que en actividades de tipo manual repetitivas y monótonas, la presencia de algunos sonidos, entre otros los musicales, pueden disminuir la tensión que el trabajo produce, aumentar la productividad y disminuir la accidentabilidad.

La presencia de ruido acústico en el ambiente de trabajo representa un problema laboral de gran trascendencia. La interferencia en la comunicación acústica acarrea deficiencias en la transmisión de información mediante el lenguaje oral u otras señales audibles que pueden ser valiosas para el correcto acople del hombre con sus elementos de trabajo y su medio ambiente, por una parte; y por otra, la información perturbada suele corresponder a la captación de avisos de alarma que, si no son escuchados por los trabajadores, pueden provocar accidentes de consecuencias variables.

Finalmente, existe un grupo de alteraciones funcionales caracterizado por perturbaciones de la conducta, que algunos autores relacionan con la exposición a sonidos de gran magnitud. La experiencia que nos proporciona el ejercicio de la práctica clínica en la Jefatura de Medicina del Trabajo del IMSS, nos permite señalar que es frecuente encontrar trabajadores que además de padecer cortipatia por trauma acústico crónico, sufren manifestaciones clínicas que corresponden al diagnóstico de neurosis reactiva ansiosa o depresiva. En algunos casos está ausente el daño auditivo y sí se encuentran los síntomas de este tipo de neurosis.

En investigaciones preliminares hemos podido constatar que estas alteraciones psicológicas son más frecuentes cuando en el ambiente de trabajo existe ruido acústico.

De lo expuesto deriva una conclusión fundamental: es necesario tomar en cuenta las diferencias conceptuales y operacionales que las designaciones "sonidos de gran magnitud" y "ruido acústico" comprenden, con el propósito de estructurar normas, programas y procedimientos de prevención apropiados.

BIBLIOGRAFIA

1. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la Lengua Española*. Decimonovena edición. Ed. Espasa Calpe, S.A., Madrid, España, 1970.
2. HERRERA, T., y J. PIMENTEL: *La vida de las palabras. Su sentido natural y metafórico*. Séptima edición. Editorial Porrúa, S.A. México, D.F. 1976.
3. PRUNEDA, F.; J. VELÁZQUEZ GONZÁLEZ; J. HERNÁNDEZ BASILIO, y R. ESCOBAR MÁRQUEZ: Propuesta formal para establecer en la lengua española una terminología en acústica. *Condiciones de trabajo*. 2(3):181-189, 1977.
4. PRUNEDA, F.: *El concepto del ruido. El ruido acústico. Condiciones de trabajo*. 2(2):119-122, 1977.
5. SHANNON, C.E.: "A mathematical theory of communication". *Bell System Tech. Jour.* 27:379-423, 1948.

6. SHANNON, C.E.: "A mathematical theory of communication". *Bell System Tech. Jour.* 27:623-656, 1948.
7. U.S.A. Standar. S. 1.1 —1960 (R-1971)— Acoustical Terminology (Including Mechanical Shock and Vibration). American National Standards Institute, Inc. New York, E.U.A.
8. PRUNEDA, F.: "Problemas derivados del uso del concepto popular de ruido en la caracterización de algunos riesgos profesionales", en V Congreso Interamericano de Prevención de Riesgos Profesionales, Jalapa, México: Resúmenes de Trabajos Libres (V/CIPRP/5.19), 1978.
9. VELÁZQUEZ GONZÁLEZ, J.: "Efectos del ruido en el hombre y su prevención". *Revista Mexicana del Trabajo*, t. III (4):103-109, 1973.
10. CORVERA BERNARDELLI, J., y J. VELÁZQUEZ GONZÁLEZ: "Patología laboral en otorrinolaringología". *Anuario de Actualización en Medicina*. Instituto Mexicano del Seguro Social V (Fascículo 13). 57-62, 1973.
11. VELÁZQUEZ GONZÁLEZ, J., y M. DEL C. GONZÁLEZ CORTÉS: "Trauma acústico en la industria siderúrgica. Informe de 210 casos". *Anuario de Actualización en Medicina*. Instituto Mexicano del Seguro Social V (Fascículo 13). 63-67, 1973.
12. VELÁZQUEZ GONZÁLEZ, J.: *Sorderas causadas por riesgos de trabajo. Condiciones de trabajo*. 3(1):59-64, 1978.
13. Department of Labor: *Occupational noise exposure*. Occupational safety and health standards; National Standards and Established Federal Standards. Federal Register. Part II. 36(105):10518, 1971.