

# **SALUD Y SEGURIDAD LABORAL**

**Magda Leonilde Galindo Mahecha  
Myriam Mahecha Angulo**

**Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia  
Tunja  
2015**

Salud y seguridad laboral / Galindo Mahecha, Magda Leonilde ; Mahecha Angulo, Myriam. Tunja: Editorial UPTC, 2015. 158 p.

ISBN 978-958-660-222-8

1. Salud. 2. Seguridad. 3. Trabajo. 4. Calidad de vida.  
5. Trabajador. 6. Familia. 7. Sociedad. 8. Empresa.

(Dewey 658.38 /21)

Primera edición: 2015  
200 ejemplares (papel)

### **Salud y seguridad laboral**

ISBN 978-958-660-222-8

© Magda Leonilde Galindo Mahecha, 2015

© Myriam Mahecha Angulo, 2015

© Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2015

Gustavo Orlando Álvarez Álvarez, Rector UPTC

#### **Comité Editorial**

Celso Antonio Vargas Gómez, Mg.

Hugo Alfonso Rojas Sarmiento, Ph.D.

Liliana Fernández Samacá, Ph.D.

Luz Eliana Márquez, Mg.

Fánor Casierra Posada, Ph.D.

Jovanny Arles Gómez Castaño, Ph.D.

Rigaud Sanabria Marín, Ph.D.

Pablo Enrique Pedraza Torres, Ph.D.

Editora en jefe: Bertha Ramos Holguín

Coordinadora editorial: Ayda Blanco Estupiñán

Corrección de estilo: Claudia Amarillo Forero

Diseño carátula: Juan Jorhy Galindo Mahecha

Dibujo carátula: Aura Elisabeth Galindo Mahecha

Libro financiado por la Vicerrectoría Académica y la Dirección de Investigaciones de la UPTC.

Se permite la reproducción parcial o total con la autorización expresa de los titulares del derecho de autor.

Este libro es registrado en Depósito Legal, según lo establecido en la Ley 44 de 1993, el Decreto 460 del 16 de marzo de 1995, el Decreto 2150 de 1995 y el Decreto 358 de 2000.

Citación: Galindo, M. y Mahecha, M. (2015). *Salud y seguridad laboral*. Tunja: Editorial UPTC.

#### **Impresión:**

Grupo Imprenta y Publicaciones  
UPTC - Avenida Central del Norte  
imprenta.publicaciones@uptc.edu.co  
Tunja, Boyacá - Colombia

#### **Editorial UPTC**

Edificio Administrativo - Piso 4  
UPTC - Avenida Central del Norte  
comite.editorial@uptc.edu.co  
www.uptc.edu.co

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| PRESENTACIÓN .....   | 7  |
| INTRODUCCIÓN .....   | 8  |
| <b>CAPÍTULO I</b>  |    |
| CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD LABORAL ..... | 11 |
| Salud y seguridad en el trabajo .....                      | 11 |
| Proceso de producción .....                                | 11 |
| Trabajo .....  | 12 |
| Elementos del proceso de producción .....                  | 12 |
| Proceso de producción social .....                         | 14 |
| Formación socioeconómica .....                             | 14 |
| Modos de producción .....                                  | 15 |
| Relación salud-trabajo .....                               | 17 |
| Salud y seguridad en el trabajo .....                      | 20 |
| Componentes de la salud y la seguridad en el trabajo ..... | 22 |
| Evolución histórica en el mundo .....                      | 24 |
| Evolución histórica en Colombia .....                      | 26 |
| <b>CAPÍTULO II</b>   |    |
| CONCEPTOS PRELIMINARES .....                               | 31 |
| Condiciones de trabajo .....                               | 31 |
| Factor de riesgo .....                                     | 31 |
| Carga laboral .....  | 32 |
| Valor umbral límite (TLV) .....                            | 32 |
| Métodos de control .....                                   | 32 |
| Controles de ingeniería .....                              | 33 |
| Controles administrativos .....                            | 34 |
| Riesgo .....   | 34 |
| Accidente laboral .....                                    | 34 |
| Enfermedad laboral .....                                   | 35 |
| Elementos de protección personal .....                     | 35 |
| Administradora de riesgos laborales .....                  | 35 |

### **CAPÍTULO III**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| FACTORES DE RIESGO QUÍMICO ..... | 37 |
| Definición .....                 | 37 |
| Clasificación .....              | 37 |
| Silicosis .....                  | 45 |
| Asbestosis .....                 | 48 |
| Pesticidas .....                 | 50 |

### **CAPÍTULO IV**

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| FACTORES DE RIESGO FÍSICO ..... | 63  |
| Definición .....                | 63  |
| Ruido .....                     | 63  |
| Vibraciones .....               | 74  |
| Presiones anormales .....       | 78  |
| Radiaciones .....               | 82  |
| Temperaturas extremas .....     | 87  |
| Ventilación deficiente .....    | 96  |
| Iluminación deficiente .....    | 100 |

### **CAPÍTULO V**

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| FACTORES DE RIESGO BIOLÓGICO ..... | 108 |
| Definición .....                   | 108 |
| • Rabio o hidrofobia .....         | 108 |
| • Psitacosis .....                 | 109 |
| • Hepatitis infecciosa .....       | 110 |
| • Fiebre Q .....                   | 111 |
| • Escabiosis .....                 | 112 |
| • Manguete .....                   | 113 |
| • Histoplasmosis .....             | 113 |
| • Paracoccidiosis .....            | 114 |
| • Dermatitis .....                 | 114 |
| • Ántrax carbunco .....            | 115 |
| • Brucelosis .....                 | 116 |
| • Erisipela .....                  | 117 |

### **CAPÍTULO VI**

|   |     |
|---|-----|
| FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO .....                         | 119 |
| Definición .....  | 119 |
| Algunos campos de acción de la ergonomía .....              | 120 |
| Precauciones para levantar, empujar, tirar y acarrear ..... | 122 |
| Diseño del lugar de trabajo .....                           | 123 |

### **CAPÍTULO VII**

|  |     |
|--|-----|
| FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIALES ..... | 125 |
| Definición .....                       | 125 |

|   |     |
|---|-----|
| Estrés .....  | 126 |
| Factores de riesgo psicosociales intralaborales ..... | 130 |
| Factores psicosociales extralaborales .....           | 132 |

## **CAPÍTULO VIII**

|   |     |
|---|-----|
| <b>PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES</b> .....                          | 133 |
| Principios del plan .....   | 133 |
| Conceptualización .....   | 134 |
| Plan de prevención de riesgos laborales .....                                 | 136 |
| Componentes del plan de prevención .....                                      | 137 |
| Metodología para implementar el plan de prevención de riesgos laborales ..... | 137 |
| Recursos preventivos en el centro de trabajo .....                            | 139 |
| Evaluación de los riesgos .....   | 140 |
| Características básicas de la evaluación de riesgos .....                     | 140 |
| Política de salud y seguridad .....   | 141 |

## **CAPÍTULO IX**

|   |     |
|---|-----|
| <b>EDUCACIÓN EN SALUD Y SEGURIDAD PARA LOS TRABAJADORES</b> ..... | 142 |
| Referentes teóricos .....   | 142 |
| Proceso educativo en salud para los trabajadores .....            | 145 |
| Fundamentación teórica .....                                      | 146 |
| Diseño metodológico .....   | 146 |
| Planeación del proyecto educativo .....                           | 147 |
| Desarrollo del proyecto educativo .....                           | 149 |
| Evaluación del proyecto .....                                     | 149 |
| Elaboración del informe final .....                               | 150 |

## **LISTA DE FIGURAS**

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 1.</b> Elementos del proceso de producción .....   | 12  |
| <b>Figura 2.</b> Proceso de producción .....   | 14  |
| <b>Figura 3.</b> Modos de producción .....   | 15  |
| <b>Figura 4.</b> Componentes salud y seguridad .....   | 22  |
| <b>Figura 5.</b> Clasificación de factores de riesgo .....   | 36  |
| <b>Figura 6.</b> Dirección de las vibraciones para medir las aceleraciones .....                                 | 76  |
| <b>Figura 7.</b> Necesidades de enfriamiento de las áreas del cuerpo humano a nivel del mar<br>y en reposo ..... | 91  |
| <b>Figura 8.</b> Aparato para medir el estrés calórico de los trabajadores .....                                 | 92  |
| <b>Figura 9.</b> Consecuencias del estrés .....  | 128 |
| <b>Figura 10.</b> Niveles de prevención .....  | 134 |
| <b>Figura 11.</b> Los principios generales de la prevención .....  | 135 |
| <b>Figura 12.</b> Fases de la metodología .....  | 138 |
| <b>Figura 13.</b> Características básicas de la evaluación de riesgos .....                                      | 140 |

## LISTA DE TABLAS

|                  |   |     |
|------------------|---|-----|
| <b>Tabla 1.</b>  | Progresión del cuadro clínico de la silicosis .....   | 47  |
| <b>Tabla 2.</b>  | Clasificación toxicológica de los plaguicidas .....   | 53  |
| <b>Tabla 3.</b>  | Clasificación química de los plaguicidas .....  | 57  |
| <b>Tabla 4.</b>  | Clasificación SAL de incapacidad auditiva o hipoacusia .....  | 69  |
| <b>Tabla 5.</b>  | Escala de valores de ELI (32) .....   | 71  |
| <b>Tabla 6.</b>  | Valores específicos de presbiacusia en audiometría por dB según la edad. ....                           | 71  |
| <b>Tabla 7.</b>  | Niveles máximos de exposición para ruido continuo .....   | 72  |
| <b>Tabla 8.</b>  | Algunos de los efectos dependientes de la frecuencia de la vibración .....                              | 76  |
| <b>Tabla 9.</b>  | Valores límites permisibles para radiación ultravioleta de acuerdo con el tiempo<br>de exposición ..... | 83  |
| <b>Tabla 10.</b> | Efectos producidos por las radiaciones .....  | 87  |
| <b>Tabla 11.</b> | Valores límites permisibles de exposición al calor .....  | 93  |
| <b>Tabla 12.</b> | Límites máximos diarios de tiempo para exposición a temperaturas bajas .....                            | 95  |
| <b>Tabla 13.</b> | Los colores y su porcentaje de reflexión .....  | 102 |
| <b>Tabla 14.</b> | Valores de reflectancia recomendados .....  | 102 |
| <b>Tabla 15.</b> | Niveles de iluminación recomendados .....   | 103 |
| <b>Tabla 16.</b> | Relaciones de la diferencia de brillo entre el detalle y su fondo .....                                 | 104 |
| <b>Tabla 17.</b> | Síntesis de la propuesta para el desarrollo del proceso educativo en<br>salud y seguridad .....         | 151 |

## PRESENTACIÓN

La vida humana transcurre en función del trabajo. En este se encuentran factores protectores que permiten asumir las propias responsabilidades, descubrir las potencialidades, aprender a trabajar en grupo y desarrollar un proyecto de vida, y de igual manera se presentan factores nocivos que pueden afectar su integralidad, lo que se dimensiona en la relación salud-trabajo. En la actualidad, aun después de tres décadas de trabajo para tornar esta relación benéfica para la vida de los trabajadores, todavía continúa causando accidentalidad y enfermedad laboral, tal como lo demuestran los datos aportados por la Organización Internacional del trabajo (OIT) y el Ministerio de Trabajo y Protección Social de Colombia, que se refieren en el texto.

Ante esta situación es imperante estudiar la salud y la seguridad laboral con un enfoque holístico que considere al trabajador como el receptor de las condiciones de trabajo extralaborales e intralaborales, en las que se encuentran los factores de riesgo que pueden causarle accidentalidad y enfermedad laboral. Por tal razón, aunque en este libro no se profundice en el modelo económico neoliberal, la flexibilización laboral, la importación de nuevas herramientas tecnológicas y los diferentes escenarios en que transcurre la vida laboral, son aspectos que deben tenerse en cuenta al estudiar las condiciones intralaborales en donde se ubica el microambiente de trabajo.

Como un aporte al compromiso social, representado en el cuidado que se debe brindar al trabajador para mantener su salud y seguridad, con la generación de ambientes laborales en donde se respeten sus necesidades, condiciones y se reconozca el trabajo como determinante y condición indispensable para el desarrollo social y económico de cualquier país, se presenta este libro, que reúne los temas esenciales para estudiar el microambiente laboral y promover la salud y la seguridad laboral mediante la implementación de un plan de prevención de la accidentalidad y la enfermedad laboral, apoyado en un proceso educativo participativo que permita la formación del trabajador en forma integral, para cuidar su salud y la de su familia dentro y fuera del ámbito laboral.

Las autoras

## INTRODUCCIÓN

Este libro presenta los aspectos fundamentales de la salud y la seguridad laboral, concibe la realización del encargo social del cuidado de la salud del trabajador, dentro de la cultura organizacional, de manera conjunta con los sistemas de gestión de la calidad, el cuidado del medio ambiente y la prevención de los riesgos laborales. En este nuevo enfoque trascienden los programas de salud ocupacional, que se venían trabajando en forma aislada, sin otorgarle importancia en el contexto total de la organización, para cumplir con la responsabilidad social del cuidado de la salud del recurso humano, fundamental para el logro de la calidad de los servicios y productos propios de cada organización.

Así mismo, un componente valioso en esta nueva concepción de la salud y la seguridad laboral, es la visión holística del grupo de trabajadores, mediante el análisis de las condiciones intralaborales y extralaborales, otorgando la debida importancia a la influencia que tienen los aspectos extralaborales en la realización del trabajo productivo y, de igual manera, a la relación que existe entre las condiciones intralaborales con la calidad de vida del trabajador como sujeto biopsicosocial, integrante de una familia, una comunidad y un país. Esta reflexión trae de nuevo a un primer plano el análisis de la relación salud-trabajo, sobre la que existen avances teóricos, sin avanzar a una búsqueda de estrategias de mejora en la realidad social.

En concordancia con los planteamientos anteriores, este libro inicia con la descripción del marco conceptual de la salud y la seguridad laboral, las condiciones de trabajo extralaborales e intralaborales, y dentro de estas últimas, los factores de riesgo más relevantes, con su caracterización, clasificación y métodos de control. De esta manera se supera la tendencia de aislar el entorno laboral del extralaboral, toda vez que el segundo es fundamental para la recuperación de la fuerza productiva. Se enfatiza en la importancia de tener en cuenta que la dedicación al trabajo es de 24 horas diarias, 30 días a la semana y 365 días al año, porque lo que sucede en el contexto laboral condiciona la recuperación de la fuerza de trabajo en el hogar y la posibilidad que

tiene el trabajador de desarrollarse como un ser activo dentro de un entorno social y político.

Para prevenir los posibles efectos adversos de las condiciones laborales, se expone el plan de prevención de riesgos: concepto, elementos constitutivos y metodología para su implementación. Un componente fundamental para asegurar la salud y la seguridad de los trabajadores y obtener éxito en los planes de prevención, es el desarrollo de procesos educativos en salud con una metodología participativa en todos los niveles jerárquicos de la organización. El libro concluye con el capítulo de educación en salud y seguridad para los trabajadores, propuesta para el desarrollo del proceso educativo con la aplicación de los principios de la educación para la salud y la educación de adultos.

Con este documento se espera cumplir con la responsabilidad social de la Universidad y de sus profesores, en particular de aquellos a los que nos ha correspondido ser los formadores de los encargados del cuidado de la salud y la vida, cuando esta se crea y se recrea a través del trabajo. La relación salud-trabajo es responsable del bienestar o malestar social, por eso es necesario reflexionar sobre esta para convertirla en lo que debe ser: aquella que nos permita desarrollar el proyecto de vida y no la que destruya los sueños y empobrezca la vida humana.



# CAPÍTULO I

## CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD LABORAL

### **Salud y seguridad en el trabajo**

La salud y la seguridad en el trabajo involucran la comprensión de los trabajadores como seres humanos y sociales, lo que implica el reconocimiento de un conjunto de características y necesidades intralaborales y extralaborales, que los tornan fuertes o vulnerables en cualquier ambiente laboral. Situación que exige la innovación de estrategias, para enfrentar las nuevas dinámicas de los entornos organizacionales y dar respuesta a las necesidades de los trabajadores y de las instituciones (Rozo, 2002, p. 227-35).

El trabajo, una categoría social, se lleva a cabo dentro de un contexto local, regional, nacional e internacional, donde existe una formación socioeconómica que determina los modos de producción, los cuales se combinan bajo la hegemonía de uno de ellos, que fija límites de desarrollo a los otros en una relación dialéctica. Mediante estos modos de producción, los seres humanos satisfacen las necesidades, para lo cual tienen que producir los bienes necesarios. A continuación se definen las categorías básicas para contextualizar la salud y la seguridad en el trabajo.

### **Proceso de producción**

Es el conjunto de etapas mediante las cuales se transforma la materia prima para producir un bien de consumo o un servicio. En este tienen participación activa los trabajadores que desarrollan diversas tareas en unas condiciones laborales establecidas, lo cual se denomina flujo de producción. Por ejemplo, en una empresa tipográfica hay varios empleados en las tareas de recepción, armado, impresión y encuadernación, las cuales configuran el proceso de producción que permitirá ofrecer el producto destinado a satisfacer la necesidad del cliente (Laurell & Márquez, 1983, p. 20).

## Trabajo

Es una actividad básica y exclusiva del ser humano, por medio de la cual establece relación con la naturaleza, la transforma y, a su vez, se transforma a sí mismo. Es algo más que la actividad que permite al trabajador obtener un salario para mantenerse a sí mismo y a su familia, es el hacer integral de transformación del ser humano sobre el mundo real, hacer en el cual se autocrea y crea valores materiales y espirituales sin los cuales la existencia no tendría ningún sentido.

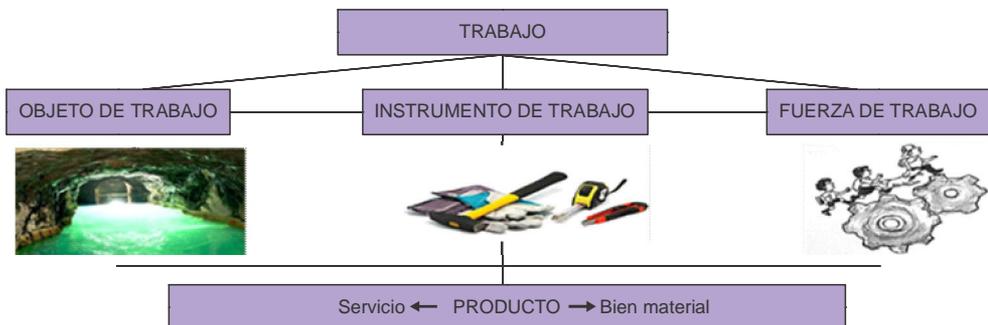
El trabajo del ser humano es consciente y deliberado, tiene una finalidad y determina la posibilidad de bienestar, pues a través de este, el trabajador y su familia satisfacen sus necesidades y se desarrollan en sociedad con un vasto rango de actividades productivas. El ser humano realiza una representación mental de su trabajo antes de ejecutarlo, y esta es la característica más importante que permite diferenciarlo de cualquier actividad de tipo animal, que es instintiva.

Una definición de trabajo en la legislación colombiana se encuentra en la Resolución 2646 de 2008:

es toda actividad humana remunerada o no, dedicada a la producción, comercialización, transformación, venta o distribución de bienes o servicios y/o (sic) conocimientos que una persona ejecuta en forma independiente o al servicio de otra persona natural o jurídica (Ministerio de la Protección Social, 2008).

### Elementos del proceso de producción

Cuatro elementos fundamentales concurren para que se dé este proceso (Figura 1):



**Figura 1.** Elementos del proceso de producción.

### ***Objeto de trabajo***

Es aquello sobre lo que recae la actividad del trabajador. Es el material, sustancia o circunstancia sobre la cual va a actuar el trabajador, transformándolo en producto final o en servicio. Su importancia desde el punto de vista de la salud proviene de sus características físicas y químicas que pueden causar trastornos a corto o largo plazo en el organismo y producir enfermedades laborales, como las pulmonares o neumoconiosis, que son las alteraciones pulmonares restrictivas producidas por la exposición a polvos, partículas y humos; dermatosis o alteraciones de la piel producidas por solventes e intoxicaciones causadas por plaguicidas y metales (Laurell, 1978, p. 1).

Pueden ser objeto de trabajo tanto los elementos que ofrece la propia naturaleza, como las materias previamente elaboradas. El objeto de trabajo, producto de un trabajo anterior, se llama materia prima o material crudo.

### ***Medios de trabajo***

Son los instrumentos o elementos de que se sirve el hombre para elaborar un bien de consumo o prestar un servicio. Incluye las condiciones materiales necesarias para la producción, ya sean máquinas, herramientas e instalaciones locativas.

### ***Fuerza de trabajo***

La fuerza de trabajo se define como el conjunto de capacidades físicas e intelectuales de que dispone el trabajador para transformar la materia prima en un producto o un servicio dentro de unas condiciones intralaborales, que determinan las extralaborales, condicionadas a la vez por las sociales y materiales determinantes de la calidad de vida.

El trabajador sufre un desgaste de su fuerza de trabajo, que es el consumo físico y psicológico, cuando está produciendo, y dispone de un tiempo libre para recuperarse, recrearse y formarse, lo que respectivamente se denomina momento productivo y reproductivo de la fuerza de trabajo. Ambos momentos se condicionan en forma mutua.

En cada período de su desarrollo histórico, la sociedad ha establecido relaciones de producción determinadas por la relación entre la clase dueña de la fuerza de trabajo y la que dispone de los medios de producción: máquinas e instrumentos y los objetos de trabajo: materia prima o material crudo.

### ***Producto***

Es el bien material o servicio, resultado del proceso productivo que se ofrece a las personas que lo requieren.

## Proceso de producción social

En todas las fases del desarrollo histórico la producción se realiza en común por sociedades o grupos de personas, que contraen determinadas relaciones, denominadas relaciones sociales de producción, en las que predomina la clase social propietaria de los medios de producción y la materia prima (Figura 2).

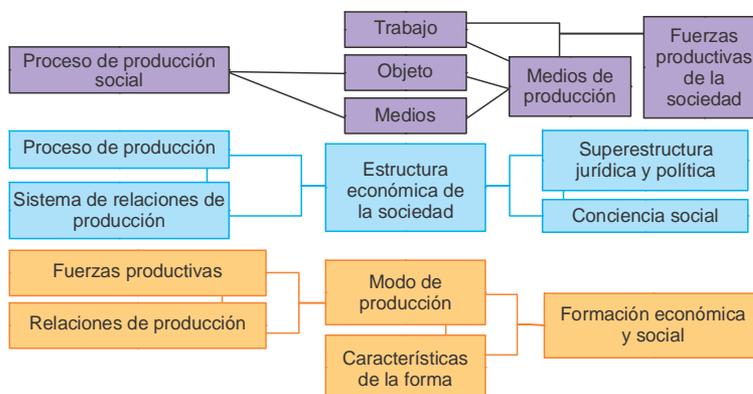


Figura 2. Proceso de producción

El conjunto de relaciones de producción constituye la estructura económica social, en la cual se soporta la superestructura jurídica, a la cual le corresponden formas determinadas de conciencia social.

La estructura económica es el sistema de relaciones de producción dominante en la sociedad existente. En este sentido se habla de la estructura económica del feudalismo, del capitalismo, del socialismo y del neoliberalismo.

El desarrollo de las fuerzas productivas de la sociedad constituye la base de las relaciones de producción. Es la forma como los seres humanos obtienen sus medios de existencia.

## Formación socioeconómica

Es el conjunto de las características económicas, políticas e ideológicas contenidas en las relaciones de producción. Comprende dos niveles:

### *Infraestructura*

Es la base de la producción, cambio, distribución y consumo de bienes materiales para satisfacer las necesidades de la producción y de las personas. Implica dos tipos de relaciones:

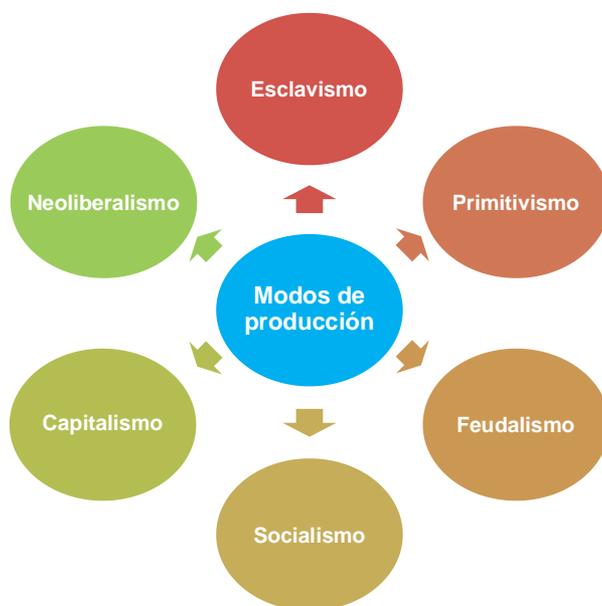
con la naturaleza, fuerza de trabajo, objeto de trabajo, medios y técnicas; y entre los seres humanos, lo cual se denomina relaciones sociales de producción.

### ***Superestructura***

Es la encargada de construir las condiciones jurídicas, políticas e ideológicas necesarias para la reproducción del modo de producción respectivo

### **Modos de producción**

Partiendo del desarrollo histórico de la sociedad humana (Sempat, 1980, p. 98), se pueden distinguir seis modos fundamentales de producción que, en términos generales, coinciden con los periodos de la vida humana (Figura 3).



**Figura 3.** Modos de producción

### ***Primitivismo***

En este, la mayor parte de los medios de producción y especialmente la tierra son propiedad común. Corresponde a la época transcurrida desde el Paleolítico hasta el Neolítico y comprende dos etapas: la primera caracterizada por las hordas humanas primitivas y la segunda por el régimen tribal, en el cual se aumentan las fuerzas productivas, se establece el cambio y aparece el trabajo artesanal (Dobb, 2005, p. 98).

## ***Esclavismo***

En este, tanto los medios de producción como los hombres que trabajan (esclavos) son propiedad de otros hombres. Los esclavos podían ser propiedad privada o propiedad del Estado. En este momento desaparece el régimen tribal y comienza la división de la sociedad en clases, como consecuencia de la división social del trabajo, con el surgimiento de nuevas relaciones de producción, que darían origen al régimen esclavista.

La situación anterior, a pesar de representar un retroceso para el trabajo humano, permitió un avance a la humanidad: esta sociedad, que presentaba una gran división del trabajo, en físico e intelectual, con hombres libres y esclavos, permitió el avance de las civilizaciones más desarrolladas de este periodo, como fueron las de Grecia y el antiguo Oriente.

Al disminuir las fuerzas productivas y aumentar el cambio, se presenta la segunda gran división social del trabajo con la aparición de los mercaderes, que después serían los capitalistas (Mahecha, 1992).

## ***Feudalismo***

En el feudalismo, la tierra es en parte propiedad privada y en parte propiedad del Estado, o bien corresponde a la Iglesia. Los hombres que trabajan la tierra quedan ligados a ella como siervos, no pueden abandonarla por su propia voluntad, y aunque poseen cierta cantidad de tierra concedida por el señor feudal, a cambio, se ven obligados a trabajarla y a entregarle a este en calidad de canon, una parte de lo que producen (Mahecha, 1992).

Las relaciones feudales de producción no hicieron su aparición con homogeneidad en los distintos países. El espíritu crítico que empezó a ridiculizar al escolasticismo y la lucha por las manufacturas, correspondiente al proceso económico de la época, se desarrolló en los últimos siglos del feudalismo, lo cual se enmarca en el Renacimiento.

En el siglo XVIII se presenta una revolución cultural en todos los campos, que deja atrás lo feudal y abre paso a la Revolución francesa de 1789. Al manifestarse la especialización de los oficios y con ello el aumento de la producción mercantil, América, que ya estaba descubierta y era colonia, empezaba a recibir la influencia de las ideas y de la experiencia de la Revolución francesa. La acumulación del capital conseguido en el comercio y el mercantilismo, simultáneamente con los adelantos médicos y científicos, produjo el cuarto modo de producción.

## ***Capitalismo***

La producción capitalista está destinada al cambio, es una producción de miembros de la sociedad que no poseen sus propios medios de producción, sino que trabajan como asalariados

libres y utilizan los medios de producción de los capitalistas (Mahecha, 1992). En estas condiciones, los capitalistas se apropian de una parte del producto obtenido durante el proceso de producción. El mercader se transforma en capitalista industrial, y la unión de los capitalistas industriales da lugar al capital financiero, que ha permitido el desarrollo de las grandes industrias.

### ***Socialismo***

En este, los medios de producción son propiedad de la sociedad a través de las cooperativas, comunidades rurales, municipios y ciudades. El proceso de producción está planificado y dirigido conscientemente por la sociedad por medio de organismos representativos, cuya finalidad es satisfacer las necesidades de los miembros. La historia ha demostrado que este modo de producción tiende a desaparecer por la influencia del capitalismo (Mahecha, 1992).

### ***Neoliberalismo***

Esta corriente política surge en oposición a las posturas tradicionales del liberalismo clásico, que propone que se deje en manos de particulares o empresas privadas el máximo número de actividades económicas posibles. También plantea una limitación del papel del Estado en la economía y el control del mercado (Shumpeter, 1983, p. 9).

## **Relación salud-trabajo**

Cuando se trata de analizar la relación entre la salud y el trabajo es necesario conceptualizar esta relación, para así poder responder la pregunta fundamental: ¿Cómo se expresa esta relación en los problemas de morbilidad de los trabajadores?

La relación salud-trabajo ha sido enfocada de diferentes maneras de acuerdo con el desarrollo del mismo concepto de salud y los intereses de los propietarios de los medios de producción. Por tal razón este interrogante debe enfocarse desde un punto de vista colectivo.

En primer lugar se debe tener en cuenta el proceso de producción y sus elementos fundamentales: el trabajo, el objeto del trabajo, los medios de trabajo, las relaciones de producción, la tecnología y las condiciones de trabajo, con el fin de identificarlos en las diversas formas de proceso laboral que existen, que todavía perviven en nuestros países de América Latina y se reproducen en los diferentes escenarios laborales urbanos y rurales.

En cada elemento se encuentran factores protectores y factores nocivos para la salud del trabajador, por lo tanto, interesa no solo registrar la presencia de enfermedad sino caracterizar como ocurre el proceso desgastante, el cual se puede manifestar no solo como accidente y enfermedad laboral, sino como alteraciones biológicas, psíquicas y sociales, que desmejoran la calidad de vida del trabajador, lo que determina patrones de enfermedad laboral

característicos del trabajo asalariado a término fijo o indefinido, a destajo, maquilas, satélites, tercerización o por órdenes de prestación de servicios (Harvey, 2007, p. 7).

Así como la innovación tecnológica puede causar disminución en la cantidad de trabajadores requeridos para la ejecución de las tareas, puede también aumentar el grado de responsabilidad, atención y monotonía que conlleva la producción automatizada, la productividad técnica artesanal. Esto implica el aumento de la jornada laboral, que trae como consecuencia la presión salarial, es decir, el esfuerzo físico y psíquico es alto para obtener un salario medio o bajo, lo que significa una ingesta baja de nutrientes tanto para el trabajador como para su familia.

En la producción capitalista neoliberal, la planificación y organización del trabajo corresponde a los mandos directivos. El trabajador solamente ejecuta las actividades sin manejar los elementos de trabajo, se convierte en un instrumento más que es manejado por la tecnología y no orientado por un supervisor ni mucho menos controlado por el mismo trabajador.

Un buen ejemplo de esta situación es el trabajo en cadena, en el cual la actuación de cada trabajador está determinada por la velocidad que se da a cada una de las máquinas y las exigencias que estas hacen a la labor del trabajador.

Lo anterior significa una intensificación de los riesgos de accidentalidad y enfermedad laboral. Por ejemplo, en una clasificación de riesgos de 1 a 5, la alta tecnología corresponde a un riesgo alto de 4 a 5, con frecuencia se trabaja por turnos, con lo cual se afecta el ciclo circadiano del trabajador, que trae como resultado alteraciones gastrointestinales, insomnio, impotencia y desajuste social.

El trabajo en cadena o a destajo produce un alto nivel de estrés laboral, que desencadena enfermedades cardiovasculares: hipertensión, gastrointestinales, úlceras gástricas e incluso endocrinas, como la diabetes. En estas cadenas de producción se presenta una superespecialización del trabajo, lo cual significa realmente una descalificación del trabajador, debido a que la tarea se ha fragmentado ostensiblemente y él puede ser reemplazado fácilmente.

El análisis anterior sobre la influencia del trabajo en las condiciones de salud del trabajador, permite plantear las siguientes conclusiones prácticas: es importante el trabajo conjunto entre los investigadores y los trabajadores, además del Estado y los empresarios, con quienes tradicionalmente se ha venido haciendo la coordinación para que se analicen los efectos del trabajo sobre el trabajador y se implementen soluciones que respondan a las expectativas de las organizaciones y de los trabajadores (Parmeggiani, 1989).

Desde el punto de vista metodológico, un análisis profundo de la relación salud-trabajo en las diferentes formas del proceso laboral, implica una revisión detallada y cuidadosa de los elementos fundamentales del proceso de producción social y de las condiciones de trabajo

laborales y extralaborales, es decir, las que acompañan al trabajador durante el proceso productivo y durante el proceso reproductivo de su fuerza de trabajo.

Por último, los efectos del desgaste en la salud del trabajador, tanto físicos como psicológicos, la recuperación de las energías perdidas, los patrones de consumo, de descanso y recreación, los riesgos que conlleva el trabajo debido a las condiciones en que se realiza, el nivel de exposición a los factores de riesgo, los accidentes y enfermedades laborales, deben ocupar el primer plano de atención para demostrar los efectos del trabajo en la salud.

Mientras el estudio de la salud de los trabajadores se limite a los métodos estadísticos tradicionales, con base en los subregistros de enfermedades por consulta y por egreso, es decir, por asistencia a instituciones médicas, ambulatorias y hospitalarias, sin hacer investigaciones en salud que tengan en cuenta la acción de los factores sociales, no será posible determinar el efecto de la organización de la producción, de la administración de la organización científica del trabajo y de sus condiciones técnico-profesionales sobre la situación social de los trabajadores, su educación, situación económica y su estado de salud.

Es necesario superar el pensamiento tradicional que ha entendido la salud y el trabajo como problemas biológicos ambientales, cuando en la realidad la salud de los trabajadores se afecta en la medida en que el trabajo se expone a agentes de riesgo químicos, físicos, biológicos y ergonómicos, mecánicos o psicolaborales que causan accidentes o enfermedades laborales.

La salud y el trabajo son categorías sociales. La producción de un modo de vida ocurre gracias al proceso de trabajo, el cual se desarrolla dentro de la sociedad y por medio de una forma particular de esta. El trabajo es la esencia de toda vida social; sin él es imposible mantener la forma de vida social en el que este se da, cualquiera que esta sea.

En este contexto, la salud y el trabajo no son simples problemas técnicos, sino que están socialmente determinados y exigen soluciones técnicas y políticas. El proceso de trabajo ilustra de la mejor manera las relaciones entre salud y trabajo, debido a su íntima relación con los conceptos de condiciones y ambientes de trabajo, al especificar e interrelacionar la naturaleza del trabajo, los medios e instrumentos y el objeto del mismo.

Las conclusiones anteriores se materializan en los datos de la OIT, que indican para el año 2008 la presencia de 7591 lesiones indemnizadas para casos mortales en personas asalariadas y 1 997 834 lesiones indemnizadas para casos no mortales con incapacidad temporal permanente para asalariados. Estos datos fueron tomados de los siguientes países: Canadá, Costa Rica, Cuba Estados Unidos, Islas Caimán, México, Panamá, República Dominicana y San Vicente Islas Granadinas (Henoa, 2007, p. 38). En Colombia, en el año 2012, los accidentes de trabajo calificados fueron 609 881 y las enfermedades profesionales calificadas durante el mismo año fueron 9524 (Organización Internacional del Trabajo, 1998, p. 5).

## Salud y seguridad en el trabajo

Para llegar a la construcción del concepto sobre salud y seguridad en el trabajo es preciso recordar que la salud es un estado resultante de un conjunto de condiciones, no es exclusivamente individual, ni la salud de la población es un promedio de los estados individuales. Se ha planteado que la salud, antes que un estado, es un proceso.

Al finalizar el siglo XX, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) consideraron que la salud en el trabajo debe tener por objeto:

La promoción y mantenimiento del máximo bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones, la prevención entre los trabajadores e los trastornos de salud causados por las condiciones de trabajo, la protección de los trabajadores contra riesgos, laborales, resultantes de factores adversos a la salud, la colocación y el mantenimiento del trabajador en un medio laboral adaptando a sus condiciones psicológicas y fisiológicas al trabajo; en resumen la adaptación del trabajo al hombre y de cada hombre a su trabajo (Federación de Aseguradoras de Riesgos Profesionales, 2012).

Estas definiciones están elaboradas en términos de los objetivos de la salud ocupacional. La presentada por la OMS ha sido criticada por ser muy idealista, debido a que es imposible lograr el «máximo bienestar de los trabajadores» (Federación de Aseguradoras de Riesgos Profesionales, 2012).

Para tener una visión completa de la salud y la seguridad en el trabajo, se revisó el concepto sobre salud de los trabajadores. Samuel Henao y César Ganado la definen como aquella área o disciplina que se preocupa por comprender e incorporar a los trabajadores en la lucha por sus condiciones de vida y salud de manera integral, enmarcando los procesos de salud-enfermedad, que en general afectan al trabajador y que no están solamente referidos a la ocupación (Parmeggiani, 1989).

La salud de los trabajadores incluye los problemas de salud en la fábrica u ocupación y los problemas sociales generados por la violencia, los medios de transporte, el suministro de alimentos y el acceso a la educación y el empleo entre otros.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), en términos generales, destaca como principios fundamentales de la salud y seguridad en el trabajo, los siguientes: el trabajo debe realizarse en un ambiente seguro y saludable, las condiciones deben favorecer el bienestar y la dignidad de los trabajadores, el trabajo debe ofrecer posibilidades reales de desarrollo y realización personal y de servicios a la sociedad (Organización Internacional del Trabajo, 1998a o b?).

Dentro de esta normativa, el Convenio 155 de 1981, acerca de la seguridad y la salud de los trabajadores, destaca el componente político de la salud y la seguridad en el trabajo, en el cual se registran deberes para los diferentes niveles del orden nacional y organizacional (empleadores y trabajadores), los cuales deben actuar en cooperación, sin que estas acciones impliquen costo económico para el trabajador (Organización Internacional del Trabajo, 1998a o b?).

Destaca la importancia de una política nacional de seguridad y salud en el trabajo, en la que enfatiza que esta debe tener por objeto la prevención de los accidentes y los daños para la salud que sean consecuencia del trabajo y guarden relación con la actividad laboral o sobrevengan durante el trabajo, reduciendo al mínimo las causas de los riesgos inherentes a las condiciones de trabajo.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) utiliza el término «salud y seguridad ocupacional» (SSO) para referirse al conjunto de acciones necesarias para lograr el bienestar de los trabajadores en sus centros de trabajo (Organización Internacional del Trabajo, 1998a o b?); este puede homologarse con el término «salud y seguridad en el trabajo», reconociendo que la ocupación difiere del trabajo, porque este último es remunerado. Estas acciones deben integrarse a los objetivos gerenciales de las organizaciones con un enfoque sistemático integrado a los demás objetivos: financieros, de servicio y de calidad. La responsabilidad de la salud y la seguridad es de la gerencia, que debe asumir un liderazgo participativo con la autoridad y la obligación de rendir cuentas a los trabajadores en relación con las acciones realizadas. Consecuente con el compromiso de la administración, la OPS establece en la estructura mínima del sistema de gestión, la importancia de definir la política de SSO, así como de asignar recursos humanos y financieros suficientes para proporcionar un lugar de trabajo sano y seguro, definiendo además los aspectos que deben caracterizar la política en este sentido.

La Comunidad Andina de Naciones (CAN) adoptó el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, mediante la Decisión 584 de 2004. Este documento establece la siguiente definición:

El sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo es el conjunto de elementos interrelacionados que tienen por objeto establecer una política y objetivos de seguridad y salud en el trabajo. Los mecanismos y acciones necesarios para alcanzar estos objetivos deben estar íntimamente relacionados con la responsabilidad social empresarial, que busque crear conciencia sobre la importancia de ofrecer buenas condiciones laborales a los trabajadores, para mejorar la calidad de vida de los mismos y promover la competitividad de las empresas en el mercado (Organización Panamericana de la Salud, 2007).

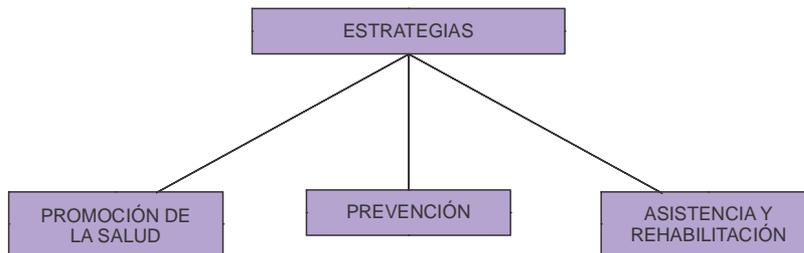
La Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS) 1800 define la salud y seguridad en el trabajo, como las «condiciones y factores que afectan o pueden afectar la

salud y la seguridad de los empleados u otros trabajadores (incluidos los temporales y personal por contrato), visitantes y cualquier otra persona en el lugar de trabajo» (García, 2008).

Los posgrados en salud y seguridad de la Universidad Nacional de Colombia conceptúan la salud y seguridad en el trabajo, asumiendo la comprensión integral del trabajador como una persona cuyas necesidades, expectativas y deseos no se circunscriben a la jornada laboral y, por tanto, la preocupación por sus condiciones no pueden limitarse a este espacio, sino que se hace extensiva a las 24 horas de su día (Oshas, 2007).

Betancourt en su *Texto para la enseñanza e investigación de la salud y seguridad en el trabajo*, considera que en el campo de la seguridad y salud de los trabajadores existen dos ámbitos de intervención, el uno circunscrito a las condiciones del centro laboral y el otro a las manifestaciones de la salud en las personas; en la práctica se genera una línea divisoria que aísla a un ámbito de otro y dificulta una acción integrada en este campo (citado por Universidad Nacional de Colombia, 2012).

Para implementar la salud y seguridad en el trabajo se deben aplicar las siguientes estrategias: promoción de la salud, prevención, asistencia y rehabilitación (ver Figura 4).



**Figura 4.** Componentes salud y seguridad

## **Componentes de la salud y la seguridad en el trabajo**

### ***Medicina preventiva***

Es el conjunto de actividades en salud encaminadas a promover y mantener la calidad de vida de los trabajadores, mediante el establecimiento y la ejecución de programas como: nutrición, control de tensión arterial, control de peso y talla, control de glicemia, recreación y otros. Estas actividades permiten prevenir una serie de alteraciones o su tratamiento oportuno para evitar las complicaciones (Dobb, 2005, p. 98).

### ***Medicina del trabajo***

Está constituida por el conjunto de actividades médicas dirigidas a promover y mantener el más alto nivel de salud de los trabajadores, prevenir todo el daño causado por las condiciones de su trabajo, colocar y mantener al trabajador en un empleo conveniente a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas, enfoca su quehacer a la prevención de accidentes y enfermedades laborales, producto de la labor y las condiciones en que esta se realice (Dobb, 2005, p. 98).

### ***Higiene industrial***

Ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales que se originan en los lugares de trabajo y que pueden ser causa de enfermedades, alteraciones de la salud o del bienestar, incomodidad o ineficiencia entre los trabajadores, los clientes, visitantes y demás personal que frecuente el lugar de trabajo (Dobb, 2005, p. 98).

También puede definirse como la técnica de intervención en el ambiente, que estudia los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el medio de trabajo, que pueden causar alteraciones reversibles o permanentes en la salud.

### ***Seguridad industrial***

Es el conjunto de normas técnicas destinadas a proteger la vida, la salud y la integridad física de las personas y a conservar los equipos en las mejores condiciones de productividad. Incluye actividades destinadas a identificar, prevenir y controlar las causas que generen accidentes de trabajo (Dobb, 2005, p. 98).

### ***Ergonomía***

Es el conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación entre el trabajo y la persona, razón por la que es multidisciplinaria y de acción global. Busca que el ambiente sea compatible con la comunidad y la salud y esté acorde con las condiciones físicas del individuo (Nogareda, 2003). Para lograr diseños ergonómicos, se apoya en conceptos de las siguientes áreas: la biomecánica, que estudia las propiedades mecánicas del cuerpo humano; la fisiología del trabajo, que estudia la respuesta del organismo humano a la actividad física y a las diferentes cargas del trabajo; la antropometría, que es la encargada de la medición de las dimensiones humanas; la fisiología ambiental, que estudia la interacción del organismo con el ambiente de trabajo.

### ***Toxicología***

Es el estudio de los venenos o agentes físicos o químicos que lesionan las células vivas y que al estar presentes en los procesos industriales y en el ambiente de trabajo, pueden alterar la

salud del trabajador. Toma conceptos de la biología, la física, la química y la biomecánica para determinar la toxicidad, que es la capacidad de un tóxico para producir efectos nocivos; las relaciones dosis-respuesta, que son la cuantificación y el análisis de las dosis con las que se presenta la toxicidad; los agentes y sus efectos, o sea, determinar la probabilidad de que una lesión o enfermedad ocurra en determinadas condiciones de uso del tóxico, pues esta condición puede aumentar su peligrosidad en el sitio de trabajo (Córdoba, 1991 p. 25).

### ***Psicosociología***

Estudia la importancia de los hábitos, costumbres y actitudes de las personas en relación con el trabajo. Su objetivo es evaluar los factores de riesgo psicosocial, analizar las situaciones de comportamiento social y de su psique para favorecer las condiciones psicosociales del trabajo (Universidad a Distancia de Madrid, 2012b).

Sus técnicas buscan incidir sobre los aspectos negativos del trabajo y actúan sobre las áreas mental, psicológica y sensorial, para que el trabajador se desempeñe en forma funcional dentro de una organización.

### **Evolución histórica en el mundo**

***Primitivismo.*** En esta época histórica, el ser humano primitivo aprendió a defenderse del medio como una reacción natural a su deseo de supervivir, así construyó viviendas, utensilios de trabajo, aprendió a utilizar el fuego y las armas. Los avances en este sentido fueron definitivos para sobrevivir ante la inclemencia del ambiente, que en forma permanente lo amenazaba con accidentes mortales (Dobb, 2005, p. 98).

***Civilización mediterránea.*** En esta época, 4000 años antes de Jesucristo, se destaca Egipto, civilización en la cual se daba tratamiento especial a los guerreros, fabricantes de armas y embalsamadores, estos últimos gozaban de un tratamiento especial similar al de los sacerdotes.

***Civilización mesopotámica.*** Se destaca por el código de Hammurabi, 2000 años antes de Jesucristo. En cuanto se refiere a prevención de accidentes e indemnizaciones, se instaura la ley del talión, en la cual debía pagarse ojo por ojo, diente por diente; en el caso de lesiones laborales a un esclavo, se pagaba en dinero a su dueño una cantidad correspondiente a la lesión sufrida. También se establecían en este código contratos de trabajo con salarios fijos y tres días de descanso obligatorio al mes para artesanos.

***Iniciación del cristianismo.*** Sucedió en el año 1250 antes de Jesucristo, en esta época se da a conocer la ley mosaica, el decálogo de Moisés, que dignifica el trabajo y en una concepción amplia del mandamiento no matarás, preserva la vida humana.

**Civilización griega.** El año 1000 antes de Jesucristo deja representaciones históricas de trabajos hechos por guerreros, zapateros y alfareros, lo cual demuestra que había cierta consideración y respeto por estos oficios. Hipócrates, padre de la medicina moderna, describe en el siglo IV antes de Jesucristo por primera vez, la intoxicación por plomo como una enfermedad ocupacional. A este respecto cabe anotar aquí que Plinio El Viejo, en el primer siglo antes de Jesucristo, en su enciclopedia de ciencias naturales, comenta el uso de pedazos de lino a manera de respiradores por los refinadores de minio, sulfuro rojo y mercurio. Galeno y Celso incluyen también en sus escritos comentarios breves sobre enfermedades debidas a exposiciones de origen ocupacional.

**Civilización romana.** Esta aportó poco a la salud y la seguridad en el trabajo, por ser un territorio en el que los trabajos eran realizados en forma exclusiva por esclavos obtenidos en las guerras.

**Edad Media.** En 1473, Ellen Bog indicó que los vapores de algunos metales pueden ser peligrosos, describió la sintomatología de la intoxicación industrial con plomo y mercurio y sugirió medidas preventivas. En 1556, el médico y naturalista George Agrícola escribe *De Re Metalica*, en donde reconoce que la aspiración de algunas partículas producía asma y ulceraciones en los pulmones. Describe como en algunas zonas mineras de los montes Cárpatos las mujeres llegaban a casarse hasta siete veces por la corta duración de la vida de los esposos por las inclemencias del trabajo.

En 1550, el médico Paracelso describió varias neumoconiosis. Se dice que posiblemente él mismo murió a causa de una de ellas, debido a que durante su infancia trabajó por quince años en una mina.

En 1700, Bernardo Ramazzini publica el primer libro que puede considerarse como un tratado completo de enfermedades ocupacionales, con el nombre de *De Morbis Artificum Diatribe*, en el que describe una gran variedad de enfermedades relacionadas con las profesiones hasta entonces conocidas.

**Edad Moderna.** Se caracteriza por la dignificación del trabajo planteado durante la Revolución Industrial. Inglaterra inicia grandes adelantos en la seguridad con la implantación de las visitas de los inspectores de trabajo en las fábricas. Alemania, Italia, Escandinavia y finalmente Rusia establecen poco a poco sistemas de inspecciones en las fábricas, reglamentos de trabajo, legislación sobre indemnizaciones por accidentes de trabajo, todo lo cual avanza a medida que la complejidad de las operaciones industriales aumenta los peligros existentes y pone de manifiesto el problema social y económico que los accidentes producen.

Estados Unidos inicia a fines del siglo pasado su movimiento por la seguridad industrial. Primero con las leyes en el estado de Massachusetts, extendiéndose luego a los demás

estados, hasta llegar hoy a una amplia legislación laboral. Existen también entidades privadas interesadas en la seguridad industrial y una mentalidad formada entre patronos, trabajadores y público, sobre lo que debe ser la prevención de accidentes, no solo en el trabajo sino en la calle y en el hogar.

En 1833, Inglaterra legisla lo referente a inspección en factorías. En 1867, en Massachussets se establece la primera oficina de estadística para determinar las clases y causas de los accidentes. En 1892, en la Illinois Steel USA se creó el primer departamento de seguridad, lo que se considera como el nacimiento de la seguridad industrial. En 1921, la Organización Internacional del Trabajo establece los servicios de seguridad. En 1941 se normaliza sobre cálculos de frecuencia, severidad y factores de accidentes

### **Evolución histórica en Colombia**

Rafael Uribe, en 1910, plantea el debate sobre la salud de los trabajadores, alegando por qué razón, si al soldado herido en una batalla se le da una pensión, por qué no darle una igual al trabajador lesionado en la batalla diaria por el sustento (Dobb, 2005, p. 98).

En 1917, el Congreso de la República aprueba la Ley 57, por la cual se obliga a las empresas con más de quince trabajadores permanentes, a suministrar asistencia médica y económica en caso de incapacidad total o muerte producida por causa o con ocasión del trabajo. De ahí en adelante y por mucho tiempo, la actividad se desarrolla en lo que ha dado en llamarse la medicina patronal, en la cual toda la responsabilidad recae sobre el empresario, quien se limitaba a reparar el daño causado, sin analizar, ni mucho menos identificar o controlar la causa. En 1935 se implementa una legislación laboral avanzada, que sin embargo se interesa más por las indemnizaciones que por la prevención de accidentes.

En 1949 se crea el Instituto de Seguros Sociales, que asume, inicialmente, los riesgos de enfermedad general y maternidad y en 1963 los de accidente de trabajo y enfermedad profesional, época en la cual se crea la Sección de Salud Ocupacional, como una dependencia del Departamento de Medicina Preventiva.

En 1950, el 5 de agosto, mediante el Decreto-Ley 2663, se expide el Código Sustantivo del Trabajo, que reglamenta los aspectos individuales de la relación entre empleadores y trabajadores en el sector privado y los aspectos colectivos en el sector privado y público.

En 1954 se funda el Consejo Colombiano de Seguridad, entidad sin ánimo de lucro que trabaja por la salud, la seguridad y el medio ambiente. En 1964 existía la División Medicina Laboral en el Ministerio de Trabajo y las secciones de Salud Ocupacional en el Ministerio de Salud y en el Instituto Colombiano de Seguros Sociales, los cuales actuaban en forma independiente, lo cual influyó para que el avance y desarrollo de la salud y seguridad de los trabajadores fuera lento.

En el año 1979 se expide la Ley 09 de 1979, llamada Código Sanitario Nacional y las resoluciones 2400, 2413 y 1405, que conformaron lo que se denominó el Estatuto de Seguridad e Higiene Industrial (Cortés, 1982). Esta ley contempla, en general, aspectos sobre la conservación de la salud en la población colombiana, y en los títulos III y IV se refiere a la salud ocupacional y la prevención de accidentes. Se expiden en el país reglamentos definidos en cuanto a la obligación legal de establecer la seguridad y desarrollar programas de salud ocupacional.

El Estatuto de Seguridad e Higiene está conformado por cuatro resoluciones expedidas por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social en mayo 22 de 1979 y marzo 27 de 1980. Estas son (Dobb, 2005, p. 98):

2400: Reglamento general de higiene y seguridad industrial.

2406: Reglamento de seguridad para trabajos de minería, en especial el carbón.

2413: Reglamento de seguridad para la industria de la construcción.

1405: Resolución sobre conformación de comités de higiene y seguridad social.

En este momento varias instituciones en el país desarrollaron procesos en salud ocupacional: las cajas de previsión social, los ministerios de salud y trabajo, el Instituto de Seguros Sociales, el Consejo Colombiano de Seguridad. Producto de esta situación existió bastante normatividad que impidió que en el país existiera un lineamiento que permitiera el desarrollo de un proyecto de salud para los trabajadores en forma coordinada. Esta situación llevó a que el 14 de marzo de 1984, el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social expidiera el Decreto 614, que estableció las bases para la organización y administración gubernamental de la salud ocupacional en el país (Dobb, 2005, p. 98).

Este decreto, en el artículo 24, estableció los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial, también definió las responsabilidades de los patronos en concordancia con el artículo 84 de la Ley 9 de 1979 y el Código Sustantivo del Trabajo, entre las que es importante resaltar las contempladas en el literal c: permitir la constitución y el funcionamiento de los comités de medicina, higiene y seguridad industrial en los lugares de trabajo y auspiciar su participación en el desarrollo del programa de salud ocupacional correspondiente. Igualmente en el literal f estableció la obligación de los patronos de facilitar a los trabajadores la asistencia a cursos y programas educativos que realizarán las autoridades, para la prevención de riesgos profesionales.

El artículo 25 ordenó establecer estos comités en todas las instituciones públicas y privadas. Estos deben estar integrados por un número igual de representantes de los patronos y de los trabajadores. Su organización y funcionamiento se debe regir por la reglamentación especial que expidan conjuntamente los ministerios de Salud y Trabajo y Seguridad Social.

En el artículo 26 dispone tres responsabilidades fundamentales para los comités de medicina, higiene y seguridad industrial de empresas: participar en las actividades de promoción, divulgación e información sobre medicina, higiene y seguridad entre patronos y trabajadores, para lograr su intervención activa en el desarrollo del programa de salud ocupacional; actuar como organismo de vigilancia, para el cumplimiento de los programas de salud ocupacional en la empresa e informar a las autoridades de salud ocupacional y recibir copias de las conclusiones e investigaciones realizadas (Cortés, 1982).

La Resolución 2013 de 1986 reglamenta la organización y funcionamiento de los comités de medicina, higiene y seguridad industrial en los lugares de trabajo de acuerdo con lo establecido en el artículo 25 del Decreto 614 de 1984. En el artículo 10 lo define como un organismo de promoción y vigilancia de las normas y reglamentos de salud ocupacional dentro de la empresa y establece los siguientes aspectos: la obligatoriedad de constituirlos en las empresas e instituciones públicas o privadas que tengan a su servicio 10 o más trabajadores; el número de representantes del empleador y los trabajadores de acuerdo con el número de trabajadores de la organización; la forma en que el empleador y los trabajadores nombran sus representantes; duración del comité, periodicidad de las reuniones, quórum para sesionar, forma de nombrar el presidente y el secretario (Dobb, 2005, p. 98).

En el artículo 11 se establecen las funciones, además de las señaladas en el artículo 26 del Decreto 614 de 1984, los artículos 12 y 13 establecen las funciones del presidente y el secretario respectivamente y los artículos 14 y 15 las obligaciones del empleador y los trabajadores (Diario Oficial, 1984, p. 79).

La Resolución 1016 de 1989 reglamenta la organización, el funcionamiento y la forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país. En el artículo 1 numeral 2.2, numeral 9, establece como una de las actividades de los subprogramas de medicina preventiva y del trabajo «colaborar con el comité de medicina, higiene y seguridad industrial de la empresa», así mismo en el artículo 11, numeral 18, literal c), numeral 21, establece que la rama activa o control de las emergencias del subprograma de higiene y seguridad industrial debe «asesorar y colaborar con el comité de medicina, higiene y seguridad industrial de la Empresa». Así mismo, en el artículo 12 establece que los comités de medicina, higiene y seguridad industrial se constituirán y funcionarán de conformidad con las disposiciones legales vigentes (Dobb, 2005, p. 98).

El artículo 13 de esta resolución disponía que los comités de medicina, higiene y seguridad industrial debían registrar su constitución ante las autoridades laborales correspondientes. Esta obligación fue retomada en el literal f, artículo 21 del Decreto Ley 1295 de 1994 y derogada mediante la Ley 1249 de 2010 (Ayala, 1999, p. 561-564), que suspendió este trámite con el fin de que las direcciones regionales de trabajo tuvieran más tiempo para atender los asuntos laborales y visitar los centros de trabajo. El Ministerio debe verificar en las visitas de inspección la existencia y funcionamiento del comité paritario de salud ocupacional (COPASO).

El 8 de febrero de 1990, el Instituto de Seguros Sociales adiciona y modifica el Reglamento de Prevención de Riesgos Profesionales. En junio 11 de 1996, el Ministerio de Salud emite la Resolución 07515, que modifica la Resolución 18575 de 1989 sobre prestación de servicios de salud ocupacional por personas privadas. En esta se determinan los requisitos que deben cumplir las personas naturales o jurídicas que presten servicios de salud ocupacional (Dobb, 2005, p. 98).

El Decreto 1295 de 1994 reglamentó el libro tercero de la Ley 100 de 1993, referido al sistema general de riesgos profesionales y determinó la organización y administración de este sistema, que definió como el conjunto de normas y procedimientos destinados a prevenir, proteger y atender los efectos que pueden causar los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales a los trabajadores, independiente de su tipo de vinculación a la organización laboral (Ministerio de la Protección Social, 1994).

En lo referente a la educación en salud para los trabajadores y al funcionamiento de los comités paritarios de salud ocupacional, dentro de las obligaciones del empleador, en el artículo 21, literal g, establece el compromiso de «facilitar la capacitación de los trabajadores a su cargo en materia de salud ocupacional». Dentro de las obligaciones de los trabajadores, en el artículo 22, literal e, determina que deben participar en la prevención de los riesgos profesionales como miembros de los comités de salud ocupacional o como vigías de salud, que reemplazan a los COPASOS en las empresas que tienen menos de 10 trabajadores (Ministerio de la Protección Social, 1994).

El artículo 35 del decreto en mención dispuso que la afiliación al sistema de riesgos profesionales da derecho a la empresa afiliada a recibir por parte de la empresa administradora de riesgos profesionales, los servicios de prevención respectivos, y en el literal c contempló la capacitación a los miembros del COPASO o al vigía ocupacional (Ministerio de la Protección Social, 1994).

Mediante el artículo 63 de este decreto, se le cambió la denominación al comité de medicina, higiene y seguridad industrial por el de comité de salud ocupacional y se ratificó su funcionamiento de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2013 de 1986, expedida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. También se aumentó el periodo de los miembros a dos años y se estableció que el empleador debe proporcionar mínimo cuatro horas semanales dentro de la jornada laboral de trabajo de cada uno de sus miembros para realizar actividades relacionadas con el funcionamiento del comité (Dobb, 2005, p. 98).

Al respecto, la circular 003 de 1999 dispuso que para la clasificación del centro de trabajo o reclasificación es requisito que el comité paritario de salud ocupacional o el vigía de salud ocupacional esté funcionando, de lo contrario, la administradora de riesgos profesionales deberá informar la situación al Ministerio de la Protección Social (1994).

En 2002 se expide el Decreto 776, por el cual se dictan normas sobre organización, administración y prestaciones en el sistema general de riesgos profesionales. El 1 de julio de 2012 se expide la Ley 1562, que establece la obligatoriedad de desarrollar el sistema de gestión de la salud y la seguridad en los lugares de trabajo e implanta como premisa fundamental la promoción de la salud y la prevención de los riesgos en el trabajo. Asimismo cambia las denominaciones de accidente de trabajo y enfermedad profesional por accidente y enfermedad laboral, y de administradora de riesgos profesionales por administradora de riesgos laborales. En el año 2014 se expiden las siguientes normas: el 31 de julio, el Decreto 1443, que dispone la implementación del sistema general de seguridad y salud en el trabajo; el 5 de agosto, el Decreto 1477, que actualizó la tabla de enfermedades laborales; el 12 de agosto, el Decreto 1507, que avaló el nuevo Manual único para la calificación de la pérdida de la capacidad laboral y ocupacional (Fondo de Riesgos Profesionales, 2014).

Actualmente, en Colombia existen varias entidades interesadas en la salud y la seguridad en el trabajo (Fondo de Riesgos Profesionales, 2014).

- Ministerio de Trabajo
- Ministerio de Salud Pública
- Ministerio de Minas y Energía
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
- Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC
- Consejo Colombiano de Seguridad CCS
- Instituciones de educación superior

## CAPÍTULO II

# CONCEPTOS PRELIMINARES

### **Condiciones de trabajo**

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de Barcelona, las define como el conjunto de variables que enmarcan la realización de una tarea concreta y el entorno en que esta se realiza, en cuanto estas variables determinan la salud del trabajador en las dimensiones física, mental y social (De la Iglesia et ál., 1992).

Los posgrados en Salud y Seguridad de la Universidad Nacional de Colombia definen condiciones de trabajo como el «conjunto de factores intralaborales, extralaborales e individuales que interactúan en la realización de la tarea determinando el proceso salud-enfermedad de los trabajadores y su capacidad laboral» (Ministerio de la Protección Social, 2008). Esta definición se tuvo en cuenta en la Resolución 2646 del 2008 que, textualmente, define condiciones de trabajo como: «todos los aspectos intralaborales, extralaborales e individuales que están presentes al realizar una labor encaminada a la producción de bienes, servicios o conocimientos».

En este texto se abordarán las condiciones intralaborales, dentro de las que se ubican los factores de riesgo y riesgos, cuya caracterización se abordará en los siguientes capítulos, previa conceptualización de una terminología básica para su estudio.

### **Factor de riesgo**

Se puede definir como todo fenómeno de naturaleza física, química, orgánica, psicológica o social presente en las condiciones de trabajo, que por su presencia está relacionado con la enfermedad investigada, o puede ser la causa de su aparición en determinadas personas en un lugar y tiempo determinados (Universidad a Distancia de Madrid, 2012d).

Es fundamental recordar que los factores de riesgo no actúan sobre el trabajador en forma independiente, sino que se entrelazan e interactúan con las características biopsicosociales del grupo trabajador produciendo perfiles de morbilidad específicos condicionados por el ambiente y la organización del trabajo. Por ejemplo, los trabajadores de una mina están expuestos a presión atmosférica alta, ruido, presencia de gases tóxicos y microorganismos que son agentes biológicos, los cuales actúan en forma sinérgica y contribuyen a deteriorar la salud de los trabajadores.

Así mismo, cada mina tiene una tecnología diferente y por ende un ambiente y organización del trabajo específicos. De igual manera, el grupo de trabajadores que labora en esta mina tiene unas condiciones biopsicosociales determinadas por la forma de inserción dentro de la sociedad. Estas son individuales y colectivas, representadas por el nivel de escolaridad, patrones culturales y características anatomofisiológicas (pesos, tallas y contexturas anatómicas), que obedecen a patrones de consumo alimenticio típicos de los contextos familiares y grupales (Cardona, 2001).

### **Carga laboral**

Se presentan, entonces, unos factores de riesgo en las condiciones laborales y de vida del trabajador, a los que Asa Cristina Laurell denomina «cargas laborales» (1987). Estas interactúan con el grupo trabajador, dando como resultado perfiles de morbilidad y mortalidad específicos, que son las diversas causas de enfermedad y muerte en la población trabajadora.

### **Valor umbral límite (TLV)**

Es la cantidad de factor de riesgo, por debajo de la cual se espera que todos los trabajadores puedan estar expuestos en forma repetida sin sufrir efectos adversos (Repetto & Repetto, 2009 p. 32). Anualmente, la American Conference of Governmental Industrial Hygienists, publica la lista de los TLV (Threshold Limit Value).

No debe confundirse el TLV con los niveles de exposición permisibles fijados por las normas de la Occupational Safety and Health Administración (OSHA). La mayoría de los niveles OSHA fueron en un principio adaptados de la lista TLV de 1968, los estándares OSHA son una parte de la ley y no se actualizan anualmente, la lista TLV se actualiza cada año y como guía debe consultarse la más reciente

### **Métodos de control**

Son los sistemas utilizados para mitigar los efectos de los factores de riesgo. Deben emplearse primero en la fuente, es decir, en donde se origina el factor de riesgo nocivo para la salud (Benenson, 1997, p. 499-500), ejemplo en la máquina remachadora.

Una vez cumplido este paso, se debe proceder a controlar el factor de riesgo en el medio de transmisión: agua, aire y suelo. Acorde con el ejemplo anterior se deberá proceder a proteger las paredes y pisos, mediante la utilización de dispositivos de protección como láminas de icopor a manera de pantallas, que modifiquen la dirección de las ondas sonoras, haciendo que estas lleguen con menor intensidad al trabajador.

Cuando es imposible controlar los factores de riesgo en la fuente o en el medio, se debe acudir a la protección del trabajador, en este ejemplo mediante protectores auditivos.

Los métodos de protección incluyen el uso de controles de ingeniería, administrativos y equipos de protección personal: el tipo de método de control que se utilice, dependerá del tipo de factor de riesgo, de la evaluación realizada en el área de trabajo, de la fuente que lo produce y del número de trabajadores expuestos.

Dentro de cada uno de estos métodos de control, existen alternativas que pueden ser aplicadas en forma individual o colectiva para alcanzar los niveles de protección deseados.

### **Controles de ingeniería**

Dentro de estos se pueden mencionar los siguientes (Benenson, 1997, p. 499-500):

- Sustitución de un material peligroso para la salud por uno menos nocivo. Ejemplo: el benceno puede ser reemplazado por tolueno en la mayoría de las lacas.
- Cambio o alteración de un proceso para reducir el contacto del trabajador. Ejemplo: una forma de minimizar los contaminantes de los derivados de pigmentos tóxicos es pintar con pincel o utilizar el método de inmersión en lugar de pulverizar la pintura.
- Aislamiento o confinamiento de un proceso, una operación o un equipo de trabajo para reducir el número de personas expuestas. Este método puede reducir el escape de contaminantes al ambiente de trabajo, ruido, polvos, humos. Este método es muy utilizado en la industria química y un ejemplo son las cámaras herméticas en donde se preparan medicamentos.
- Métodos húmedos para reducir la producción de polvo en operaciones en minas y canteras. Esto se denomina sedimentación por humectación. Su efectividad depende de la adecuada humectación, del mantenimiento de la misma y de la eliminación del polvo húmedo antes de que se seque y disperse.
- Extracción local en el lugar de generación y dispersión de contaminantes. Permite atrapar los contaminantes del aire cerca de su origen. Por ejemplo, este proceso es indispensable en las operaciones de molienda, pulido y raspado del cuero.

- Ventilación general o dilución con aire limpio para proporcionar un aire respirable, saludable; en este método se extrae o introduce aire para disminuir la concentración de contaminantes por debajo de los niveles peligrosos. No debe utilizarse cuando existe una fuente de contaminación principal localizada, por ejemplo de polvos o humos muy tóxicos. En este método se emplean movimientos naturales o forzados del aire, a través de aberturas como puertas, ventanas, ventiladores en el techo y chimeneas.

### **Controles administrativos**

Orden y limpieza: incluye la limpieza del lugar de trabajo, la eliminación de residuos, instalaciones adecuadas para comer y beber, agua potable y control de insectos y roedores. Esta medida es fundamental en el mantenimiento de la salud del trabajador (Kourous, 1998).

Medidas de control especiales para peligros específicos, como reducción del tiempo de exposición, utilización de dosímetros fotográficos y muestreo continuo de la condición de los contaminantes en el ambiente mediante alarmas sonoras o visuales. En este caso pueden utilizarse timbres o tableros de control.

Programas médicos para detectar en forma precoz el efecto de los factores de riesgo. Los trabajadores deben ser informados sobre los procedimientos seguros de control o detección precoz mediante folletos, señales, carteles alusivos a la prevención de accidentes y sesiones educativas de acuerdo con las necesidades manifestadas por el grupo trabajador.

Entrenamiento y educación para complementar los controles de ingeniería. Es indispensable que en cada empresa exista un programa de inducción, en el cual se ilustre a los trabajadores sobre las actividades que comprende su oficio y la manera segura de realizarlas.

### **Riesgo**

Es la probabilidad de ocurrencia de un evento; así que el agente factor de riesgo es el conjunto de fenómenos de los cuales depende esa probabilidad (Cortes & Díaz, 2007 p.28).

Por ejemplo, cuando un trabajador se encuentra en áreas cuyo nivel de ruido sobrepasa los 85 o 90 decibeles, este se convierte en factor de riesgo, en especial para las alteraciones auditivas. Además puede causar alteraciones gastrointestinales, cardiovasculares y neurológicas, entre otras.

### **Accidente laboral**

Es todo suceso repentino, que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o

la muerte. Es también laboral aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar y horas de trabajo (Comunidad Andina de Naciones, 2004).

### **Enfermedad laboral**

De acuerdo con el artículo 11 de la Resolución 1295 de 1994, se considera todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, y que haya sido determinada como enfermedad profesional por el gobierno nacional.

### **Elementos de protección personal**

Los equipos de protección son los objetos que protegen al trabajador del contacto con el factor de riesgo. Incluyen ropa especial, protección para ojos, oídos, tracto respiratorio, manos y pies (Consejo Colombiano de Seguridad, 1988).

Deben utilizarse cuando no es posible que el ambiente sea totalmente seguro. Se consideran secundarios a los controles de ingeniería y administrativos, porque no permiten la desaparición de los factores de riesgo, sino disminuyen la agresividad de estos hacia el trabajador, por tal razón se recomiendan donde existen exposiciones breves a concentraciones peligrosas de contaminantes.

### **Administradora de riesgos laborales**

Las entidades encargadas de prestar los servicios asistenciales y económicos a los trabajadores que sufran accidente o enfermedad laboral y asesorar a los empleadores para la implementación de los programas de prevención de riesgos son las administradoras de riesgos laborales. Estas son las entidades encargadas de organizar la afiliación, el recaudo de las cotizaciones, el pago de las prestaciones económicas, la venta de los servicios adicionales de salud en el trabajo y la prestación del servicio médico efectivo a través de las entidades promotoras de salud.

En relación con los accidentes de trabajo, están obligadas a vigilar y controlar la aplicación de las normas, garantizar la prestación de los servicios de salud y reconocer las prestaciones económicas que tuvieron lugar. Toda entidad administradora de riesgos laborales está obligada a realizar actividades de prevención de accidentes y enfermedades laborales en las empresas afiliadas. Para este efecto deberá contar con una organización idónea estable, propia o contratada. De acuerdo con el artículo 35 del Decreto 1295 de 1994, debe prestar asesoría técnica básica para:

- a. El diseño del programa de prevención de riesgos laborales.
- b. Capacitación básica para el montaje de la brigada de primeros auxilios.
- c. Capacitación a los miembros del comité paritario de salud ocupacional en aquellas empresas con un número mayor de 10 trabajadores, o a los vigías ocupacionales en las empresas con un número menor de 10 trabajadores.
- d. Fomento de estilos de trabajo y de vida saludables, de acuerdo con los perfiles epidemiológicos de las empresas.

A continuación se indican los diferentes factores de riesgo presentes en las condiciones de trabajo. En la Figura 5 se muestra la clasificación de estos, agrupados en químicos, físicos, físico-químicos, biológicos, ergonómicos, psicolaborales, de seguridad industrial, públicos y naturales.

| QUÍMICOS  | FÍSICOS  | FÍSICO-QUÍMICOS         | BIOLÓGICOS               | ERGONÓMICOS                                     | PSICO-SOCIALES                               | SEGURIDAD INDUSTRIAL                             | NATURALES   | PÚBLICO                             |
|---|--|-------------------------|--------------------------|---|--|--|---|-------------------------------------|
| -Composición química<br>-Por estado físico (sólidos, líquidos y gaseosos)<br>-Por su efecto | -Formas ondulatorias<br>-Presión atmosférica<br>-Radiaciones electromagnéticas<br>-Iluminación<br>-Temperatura | -Incendio<br>-Explosión | -Animados<br>-Inanimados | -Antropométricos<br>-Dinámicos<br>-Biomecánicos | -Hábitos<br>-Culturales<br>-Organizacionales | -Mecánicos<br>-Eléctricos<br>-Saneamiento básico | -Terremoto<br>-Maremoto<br>-Inundación<br>-Derrumbe | -Tránsito<br>-Atraco<br>-Agresiones |

**Figura 5.** Clasificación de los factores de riesgo

**Fuente:** adaptado de Ministerio de la Protección Social (2011, p. 95-107)

## CAPÍTULO III

# FACTORES DE RIESGO QUÍMICO

### **Definición**

Se producen en los procesos industriales, causan una excesiva concentración en el aire de nieblas, vapores, gases, partículas, polvos o humos, pueden irritar la piel o ser tóxicos por absorción a través de esta.

### **Clasificación**

Se clasifican de acuerdo con sus características físicas y sus efectos, así: de acuerdo con su composición química, en orgánicos, inorgánicos y sintéticos; por su estado físico, en gases y vapores, como el metano y el monóxido de carbono; líquidos, como los solventes, entre los cuales se pueden mencionar el *thinner* y la gasolina; corrosivos, como el ácido sulfúrico y el nítrico; y sólidos, como el sílice y el asbesto, estos a su vez se clasifican por sus efectos en irritantes, asfixiantes, anestésicos narcóticos y tóxicos sistémicos (Robledo, 2009).

Entre los gases y vapores irritantes se pueden citar el cloro, el dióxido de nitrógeno y el fosgeno; asfixiantes, como el gas carbónico y el nitrógeno; anestésicos y narcóticos, como los hidrocarburos alifáticos, aromáticos y halogenados; tóxicos sistémicos, entre los cuales están el alcohol, el monóxido de carbono, el benceno, la anilina, el tetracloruro de carbono y el metanol.

- **Gases y vapores**

La vía de entrada más importante es el aparato respiratorio. Los gases y vapores llegan a los pulmones por inhalación, se disuelven en el alvéolo y se difunden en el interior de los vasos sanguíneos pulmonares. Las sustancias muy solubles se absorben rápidamente por los tejidos superficiales de la nariz y de la tráquea, eliminándose con el moco nasal al estornudar o toser (Ferreira et ál., 1980, p. 4-9).

Los gases y vapores menos solubles penetran hasta los pulmones, donde se absorben y distribuyen por el organismo a través de la sangre. Este proceso está determinado por el ritmo y profundidad de la respiración y el flujo sanguíneo pulmonar, el cual aumenta con el ejercicio.

El sistema gastrointestinal constituye la segunda vía de entrada por importancia. Los gases y vapores pueden ser deglutidos directamente o mezclarse con alimentos o saliva. Esta es una de las razones por las cuales se prohíbe comer y fumar en el puesto de trabajo.

La tercera vía de entrada es la piel, la cual siempre está en contacto con el aire contaminado, ya sea en forma directa o indirecta o a través de los vestidos. Los gases y vapores liposolubles llegan hasta la sangre traspasando la barrera cutánea, porque se disuelven en la capa grasosa de la piel. Los que no traspasan la piel pueden quedar en los folículos pilosos o en las glándulas sebáceas y causar dermatitis. Los gases y vapores se eliminan a través de los pulmones, el intestino grueso, las vías biliares y los riñones. De acuerdo con sus efectos, estos gases y vapores pueden ser:

- **Asfixiantes**

Ejercen su acción interfiriendo con la oxigenación de los tejidos. Pueden clasificarse en simples y químicos (Observatorio de Física Cósmica, 1939). Los simples son gases inertes que actúan diluyendo el oxígeno atmosférico por debajo de lo requerido para mantener los niveles sanguíneos necesarios para los tejidos. Entre ellos se encuentran: dióxido de carbono, helio, hidrógeno y nitrógeno.

Los químicos no privan de oxígeno a los pulmones, sino ejercen una acción química sobre la sangre impidiendo el transporte de oxígeno hasta los tejidos, o actuando sobre los tejidos, lo que impide que el oxígeno transportado en cantidad suficiente por la sangre sea captado por ellos.

Los asfixiantes químicos más importantes en la industria son el monóxido de carbono, los cianuros, el hidrógeno, el arseniato y la anilina

- **Irritantes**

Son aquellos que producen inflamación de la piel y de las mucosas, incluyendo los ojos, el aparato respiratorio y el digestivo. En estos, la concentración es más importante que el tiempo de exposición (Caballero, 2006).

La solubilidad de un gas o vapor irritante determina en gran medida la parte del tracto respiratorio que será afectada. Los que no afectan el tracto respiratorio superior son los lacrimógenos. Producen intensa irritación en los ojos, secreción lacrimal y espasmo palpebral causando ceguera temporal. Entre estos se encuentran el formaldehído y el amoníaco.

Los irritantes del tracto respiratorio superior y tejidos pulmonares afectan la mucosa nasal y la garganta y producen efecto inmediato. Ejemplo, el cloro y el ozono.

Los irritantes de los bronquiolos respiratorios y alvéolos producen edema pulmonar y muerte, transcurrido un periodo de latencia. Entre estos se encuentran el dióxido de nitrógeno y el fosgeno.

#### • **Anestésicos y narcóticos**

Son sustancias que producen depresión del sistema nervioso central, caracterizada por la pérdida de la sensibilidad y de la conciencia, así como de la actividad refleja y la motilidad (Marshall & Longnecker, 1996, p. 348-349).

Los principales componentes de la acción anestésica son:

- Bloqueo sensitivo: ausencia de toda sensibilidad, en especial la dolorosa.
- Bloqueo mental: pérdida de la conciencia y de todos los procesos superiores mentales: los cognitivos simples o básicos: sensación, atención, y los superiores: pensamiento, inteligencia y lenguaje; miedo y ansiedad.
- Bloqueo motor: pérdida de los movimientos y del tono muscular.
- Bloqueo de los reflejos: espasmo laríngeo, broncoconstricción, vasoconstricción o vasodilatación y bradicardia.

Las propiedades físicas que determinan la efectividad fisiológica de cualquier anestésico son la volatilidad y la solubilidad. Dentro de los gases y vapores con efectos anestésicos y narcóticos que se utilizan en el ambiente industrial, pueden mencionarse los siguientes grupos: hidrocarburos alicíclicos: ciclanos y terpenosnaftaleno; hidrocarburos aromáticos: benceno, tolueno, naftaleno; hidrocarburos halogenados: tetracloruro de carbono, tricloroetileno, fenoles, alcoholes, glicoles, epoxis, cetonas y ésteres.

#### • **Líquidos solventes y corrosivos**

Los solventes son sustancias utilizadas para disolver, incluyen sistemas acuosos y no acuosos; los corrosivos alteran de manera perjudicial las propiedades físicas de los metales, y en el caso del ser vivo, altera las propiedades morfofisiológicas. Penetran por la piel a través de los poros y los folículos pilosos, una vez alteran la capa lipídica o grasosa que protege la piel (Mahecha, 1992).

La exposición ocupacional puede producirse en muchos procesos como desengrasado de metales en la industria metalúrgica, extracción de grasas o aceites en la industria química o alimentaria, limpieza en seco y pintura en la industria del plástico, incluyendo la de rayón, material empleado para la confección de prendas de vestir.

La gravedad de los peligros en el uso de los solventes y corrosivos depende de los siguientes factores:

- Tipo de operación que determina la forma de exposición del trabajador, como lavado de metales por inmersión o mediante chorro.
- Concentración de las sustancias utilizadas. Algunas veces es necesario utilizar los ácidos puros, otras veces pueden diluirse.
- Esquema de trabajo que determina el tiempo de exposición diario. Los trabajadores pueden permanecer en contacto con la sustancia peligrosa durante toda la jornada o ser rotados mediante controles administrativos.
- Duración total de la exposición. Los trabajadores pueden haber permanecido durante toda su vida laboral con el agente tóxico, lo cual potencializa los efectos negativos de este, o puede haber tenido exposiciones ocasionales.
- Orden y limpieza. El hecho de que se limpien oportunamente las sustancias que se puedan regar durante la ejecución de las operaciones, disminuye en forma considerable la posibilidad de riesgos nocivos.
- Los líquidos corrosivos pueden destruir el tejido vivo y poseen un efecto destructor sobre otras sustancias, en particular materiales combustibles. Este efecto puede conducir a incendio o explosión.

En el hogar se emplean en múltiples formas los solventes y corrosivos, como agentes para la limpieza en seco, diluyentes de pintura y quitamanchas. En la oficina, como limpiadores de las superficies de los escritorios y como removedores en las lavanderías comerciales, en forma líquida para limpieza en seco; en las granjas como pesticidas y en los laboratorios como reactivos químicos, agentes deshidratantes y limpiadores.

En términos generales, los efectos fisiológicos de estas sustancias son los siguientes: los sistemas acuosos producen efectos irritantes luego de una prolongada exposición, en especial la dermatitis por contacto. Los solventes orgánicos afectan el sistema nervioso central actuando como depresores y anestésicos, pueden causar desde una narcosis leve hasta la muerte por paro respiratorio. Cuando afectan la piel, producen daño irreversible debido a que disuelven la barrera protectora natural de grasas y aceites, dejándola susceptible a mayor irritación y daño.

#### • **Hidrocarburos alifáticos**

Como derivados del petróleo, son buenos solventes para el caucho natural y actúan en forma primaria como depresores del sistema nervioso central. Los hidrocarburos alifáticos

no saturados, alquenos, llamados también olefinas causan dermatitis (Mastandrea et ál., 2005, p. 27, 36, 20).

- **Hidrocarburos aromáticos**

Derivados del alquitrán, deben su nombre al agradable olor que tienen, se absorben en forma fácil a través de la piel y por inhalación; son irritantes y vasodilatadores, producen lesiones vasculares y pulmonares severas. También son narcóticos potentes. El benceno pertenece a este grupo y es notable por sus efectos depresores sobre los tejidos formadores de células sanguíneas en la médula ósea.

- **Hidrocarburos halogenados**

Reciben su nombre por los cinco elementos que contienen: flúor, cloro, bromo, yodo y ástato. La estabilidad, no inflamabilidad y amplio espectro de solubilidad, son algunas de las características por las cuales son utilizados bastante en la industria (Mahecha, 1992).

Los efectos de los hidrocarburos halogenados varían en forma considerable con el número y tipo de átomos de halógenos presentes en la molécula. En un extremo de la escala está el tetracloruro de carbono, que es altamente tóxico, actúa en forma aguda y produce lesiones en riñones, hígado, sistema nervioso central y tracto gastrointestinal.

Al reemplazar algunos de los átomos de cloro por flúor se obtiene el trifluorotricloroetano, el cual tiene un nivel de toxicidad bajo. Con concentraciones superiores al VLP, el efecto produce depresión del sistema nervioso central y arritmia cardíaca.

Los hidrocarburos clorados son más tóxicos que los fluorados. Puede decirse que los clorados, además de su efecto depresor sobre el sistema nervioso central, son clásicos para producir el daño en la medula ósea y el hígado, el tricloroetileno potencializa sus efectos con el alcohol, lo que debe tenerse en cuenta cuando se evalúa una exposición industrial, debido a que una parte significativa de la población trabajadora puede también ingerir alcohol. El tricloroetileno y el percloroetileno son posibles cancerígenos.

- **Nitroderivados de los hidrocarburos**

Sus efectos tóxicos varían si son alifáticos o aromáticos. Las nitroparafinas son más conocidas por sus efectos irritantes, acompañados por náuseas, con acción sobre el sistema nervioso central e hígado. Los nitroderivados aromáticos (nitrobenceno) son mucho más peligrosos, provocan la formación de metahemoglobina y actúan sobre el sistema nervioso central e hígado. Dentro de estos se encuentran:

- Cetonas: tienen una acción narcótica. Todas son irritantes para ojos, nariz y garganta, y por

esta razón no son en general toleradas en concentraciones altas. Concentraciones tolerables pueden disminuir la capacidad de razonamiento y por lo tanto crear peligros secundarios.

- Alcoholes: constituyen una de las clases más importantes de solventes industriales, se caracterizan por la presencia del grupo hidroxilo (OH). Se forman por la sustitución de uno o más átomos de hidrógeno por uno o más grupos hidroxilo. Los dos alcoholes industriales más importantes son el metanol (H<sub>3</sub>COH) y el etanol (H<sub>3</sub>CCH<sub>2</sub>OH). El metanol se prepara por hidrogenación catalítica del monóxido de carbono. El etanol se obtiene de la fermentación del almidón u otro carbohidrato y por hidratación del eteno. Producen efectos tóxicos sobre el sistema nervioso central y el hígado. El metanol causa deterioro de la visión por lesión del nervio óptico, produce metabolitos tóxicos en forma lenta y por esta razón tiene una toxicidad crónica mayor que el etanol. Este último en pequeñas cantidades estimula y en cantidades mayores deprime. Una sobredosis puede causar pérdida del conocimiento y aun la muerte, previo deterioro progresivo de la coordinación muscular y el razonamiento (Mahecha, 1992).

### **Métodos de control**

- El personal de salud debe realizar encuestas e investigaciones que permitan la prevención y el control de los efectos de estos factores de riesgo.
- Los signos externos de una enfermedad potencial, que justifican una investigación profunda son dermatitis, comportamiento extraño, tos o irritación, cefalea y malestar.
- Debe educarse al personal sobre la necesidad de realizar acciones correctas, entrenándolos en el manejo de los solventes en forma segura, evitando exposiciones nocivas.
- Los solventes muy tóxicos e inflamables o aquellos que la experiencia ha demostrado que son extremadamente peligrosos deben ser prohibidos para el uso general, a menos que se haga una evaluación de sus efectos o se dé una autorización especial para su uso.
- Así mismo debe suministrarse asistencia técnica, para ayudar al usuario en la selección de los solventes menos peligrosos, en el diseño y obtención de una ventilación adecuada, en la eliminación del riesgo de incendios, del contacto con la piel y en la evaluación de situaciones donde el personal pueda estar expuesto a concentraciones excesivas.

Al seleccionar el solvente, deben tenerse en cuenta las siguientes sugerencias:

- Si es posible, usar una solución acuosa.
- Usar solventes seguros como el tricloroetano inhibido, los hidrocarburos alifáticos con puntos de inflamación altos y los hidrocarburos fluorados.

- Los solventes tóxicos deben ser empleados con sistemas de extracción local. Entre estos se encuentran el tricloroetileno, tolueno y dicloruro de etileno.
- No deben usarse los solventes muy tóxicos o muy inflamables como el benceno, el tetracloruro de carbono y la gasolina para la limpieza común.
- Deben mantenerse fuera del aire respirable, mediante el empleo de sistemas cerrados y ventilación extractiva local.
- Los recipientes que contienen las sustancias solventes deben mantenerse tapados, excepto cuando están en uso. Los sistemas deben diseñarse para prevenir derrames y en caso de que esto ocurra, recogerse en forma inmediata con las debidas precauciones.
- Las zonas de almacenamiento requieren de una ventilación general, para evitar la acumulación y formación de concentraciones inflamables.
- Los solventes inflamables o tóxicos deben almacenarse en refrigeradores diseñados para tal fin, marcados con avisos que indiquen su uso. Deben eliminarse de estos refrigeradores las fuentes de ignición.
- Deben emplearse dispositivos mecánicos, como pinzas, canastas y ropa protectora para evitar el contacto con la piel, al igual que elementos de protección personal como delantales, máscaras y guantes (Mahecha, 1992).

- **Sólidos, sílice y asbesto**

Son sustancias particuladas como polvos y humos, que al ser retenidas en los pulmones causan las neumoconiosis, término que significa pulmón sucio (Mastandrea et ál., 2005, p. 27, 36, 20). El humo difiere del polvo en la forma en que se produce y en el tamaño de la partícula. El polvo contiene partículas que tienen un amplio ámbito de tamaño y que se han originado por alguna acción mecánica como trituración o molienda. El humo está compuesto por partículas pequeñas, de diámetro inferior a un micrómetro (micrón) y es producido durante procesos como combustión, condensación y sublimación.

La exposición excesiva a polvos o humos produce neumoconiosis, enfermedad restrictiva que disminuye la eficiencia de los pulmones y causa pérdida del tejido funcional.

Uno de los primeros síntomas de neumoconiosis es la dificultad para respirar, debido a que el pulmón es el medio más eficiente que posee el cuerpo humano para captar y absorber los contaminantes del aire, una de las razones es que el área del tejido pulmonar tiene en promedio 55 a 75 metros cuadrados. Los factores críticos de exposición son los siguientes:

- El tipo de polvo implicado.
- La duración de la exposición en años.
- La concentración del polvo en el aire respirable de las personas expuestas.
- El tamaño de las partículas de polvo presentes en la zona de aire respirable.

### ***Tipo de polvo implicado***

Con referencia a este factor los polvos industriales pueden ser clasificados en dos categorías: orgánicos e inorgánicos. Los polvos inorgánicos pueden a su vez clasificarse en metálicos y no metálicos y estos últimos subdividirse según tengan o no sílice.

La reacción a la inhalación de sustancias particuladas suspendidas en el aire varía con el tipo y puede ser cualquiera de las siguientes: cardiopulmonar, sistémica, fiebre por humos de metal, alergias y sensibilización, infecciones bacterianas y fúngicas, irritación de nariz y garganta y lesión en tejidos internos.

### ***Duración de la exposición***

Las neumoconiosis del tipo silicosis, asbestosis y antrosilicosis comienzan a producir su efecto incapacitante, solo después de varios años de exposición. Los polvos de metales tóxicos, como plomo y manganeso, pueden causar problemas después de un tiempo de exposición más corto, desde varios días a varias semanas, dependiendo de la cantidad de polvo del metal tóxico absorbido en un periodo específico. Los polvos capaces de producir reacción alérgica o que pueden ser muy irritantes causan problemas serios después de un tiempo de exposición breve a concentraciones bajas (Mahecha, 1992).

Para evaluar los riesgos reales de exposición es necesario realizar un muestreo de aire simple o complejo, de acuerdo con la movilidad del trabajador dentro del esquema de trabajo.

### ***Concentración de polvo***

Hace referencia a la cantidad real de polvo en la zona de respiración. Se miden los miligramos o microgramos de polvo por metro cúbico de aire muestreado. En el polvo de asbesto se cuenta el número de fibras mayores de 5 micrómetros.

### ***Tamaño de las partículas contaminantes del aire***

Las respirables son menores de 10 micrómetros de diámetro. La mayoría de polvos industriales está constituida por partículas que varían en tamaño, es decir, cuando en el aire alrededor de una operación se ve polvo, es probable que existan más partículas no visibles que las visibles.

Con excepción de materiales fibrosos como el asbesto, las partículas de polvo deben ser en general menor que 5 micras para que puedan penetrar en los alvéolos. Aunque en forma ocasional pueden penetrar en los pulmones unas pocas partículas de hasta 10 micras, todas las partículas de diámetro mayor quedan atrapadas en los conductos nasales, garganta, laringe, tráquea y bronquios, desde donde son expectoradas o deglutidas (Mahecha, 1992).

## Efectos generales

Las reacciones orgánicas que pueden causar los diferentes tipos de polvos, humos y nieblas son las siguientes:

- Sistémicas: se producen por la absorción a través de la sangre de polvos tóxicos de elementos como plomo, manganeso, cadmio y mercurio, los compuestos inorgánicos y algunos de los orgánicos.
- Fiebre por humo de metales: se produce por la inhalación de humo finamente dividido y recién generado de zinc, magnesio o sus óxidos. Es una reacción transitoria.
- Las reacciones alérgicas y de sensibilización pueden ser causadas por inhalaciones de polvos orgánicos de harina, granos vegetales, maderas y polvos de algunas sustancias químicas orgánicas e inorgánicas. También pueden producirse por el contacto con la piel.
- Las infecciones bacterianas y fúngicas se producen por inhalación de polvos que contienen microorganismos viables. Estos pueden estar presentes en lana o piel y contener esporas de carbunco. Así mismo en los polvos de cortezas o granos pueden estar los hongos parásitos.
- Irritación de la nariz y la garganta. Se produce por ácidos, álcalis, polvos o nieblas. Algunos como los de cromato soluble pueden provocar ulceraciones en los conductos nasales y hasta cáncer pulmonar. Entre las enfermedades que ocasionan estas sustancias particuladas se hará referencia a la silicosis, la asbestosis y la antracosis, por ser las de mayor incidencia (Mahecha, 1992).

### • Silicosis

Es una enfermedad pulmonar causada por la inhalación de polvo de sílice libre, es muy usual en industrias donde se presenta el polvo de sílice en forma cristalina, fundiciones, fabricación de vidrio, tallado de granito, minas y apertura de túneles en roca de cuarzo (Martínez & Fernández, 2002, p. 33-36). El material en donde más frecuente está el dióxido de silicio cristalizado es la arena, pero también está ampliamente distribuido en rocas duras y minerales.

Para calcular el TLV aplicando la fórmula para sílice cristalina (cuarzo), se procede de la siguiente manera:

$$\frac{\text{TLV para polvo respirable (en mg/m}^3\text{)}}{\% \text{ de cuarzo respirable} + 2} = 10 \text{ mg/m}^3$$

Por ejemplo, una muestra de polvo respirable contiene 5,5% de SiO<sub>2</sub> (cuarzo). Sustituir en esta fórmula 5,5%.

$$\frac{TLV = 10\text{mg/m}^3}{5,5 + 2} = 10/7,5 = 1,3 \text{ mg/m}^3$$

Por lo tanto, cuando los niveles de polvo de cuarzo en el aire superan 1,3 mg por m<sup>3</sup>, estarán por encima del nivel permisible de exposición.

### ***Factores de afectación***

La silicosis se presenta luego de periodos de exposición al polvo de sílice muy variables y el desarrollo de la enfermedad depende de la cantidad y el tipo de polvo inhalado, el porcentaje de sílice libre en el polvo, la forma de la sílice, el tamaño de las partículas inhaladas, la duración de la exposición, la capacidad de resistencia del individuo y la presencia o ausencia de procesos respiratorios como la tuberculosis.

### ***Acción de la sílice sobre los pulmones***

En el transcurso del tiempo se han presentado muchas teorías para explicar por qué la forma cristalina de la sílice actúa en los pulmones de la manera que lo hace. Hay teorías basadas en la dureza del material y en el efecto de sus bordes cortantes, en el fenómeno de solubilidad, en la acción electroquímica de los cristales y en reacciones inmunológicas.

Algunas partículas de polvo se movilizan desde los espacios aéreos hacia otras zonas del pulmón, y en los lugares donde se depositan y acumulan las partículas de sílice se desarrolla alrededor de esta un tejido fibroso que al no ser tan elástico como el tejido pulmonar normal, no permite el paso fácil del oxígeno y gas carbónico, y si prolifera, disminuye la cantidad de tejido normal. Como resultado, se disminuye el tejido funcional del pulmón.

En casos avanzados, el tejido fibroso disminuye o impide la difusión de oxígeno desde el pulmón a la sangre contenida en los capilares, por lo cual esta no es oxigenada en forma suficiente. El tejido fibroso puede también cerrar los vasos sanguíneos o disminuir su luz, lo que causa disminución del flujo sanguíneo y trae como resultado la imposibilidad de los pulmones para oxigenar la sangre requerida para suplir las necesidades del cuerpo. En esta situación, cuando el trabajador aumenta la actividad física, se incrementa la demanda de oxígeno, lo que causará una sensación de incomodidad por dificultad en la oxigenación.

En los casos muy severos, el tejido fibroso obstruye en forma total el flujo sanguíneo de los vasos del pulmón, lo que provoca un aumento del tamaño del corazón, que se esfuerza por bombear más sangre en contra de la resistencia al flujo sanguíneo. Un aumento importante

del tamaño del corazón es conocido como cor pulmonar, si la exposición a SiO<sub>2</sub> no es muy alta y no existe además un factor de susceptibilidad individual, es necesario en promedio una exposición de 10 a 20 años para que aparezca la silicosis.

Al comienzo de la fibrosis, el trabajador no se queja prácticamente de nada, salvo cuando el polvo es muy intenso, en cuyo caso hay tos seca, sequedad y picor en la garganta y en general sintomatología de vías respiratorias altas. Tampoco el examen físico ayuda mucho, debido a que la inspección puede ser normal, la percusión comparativa no permite apreciar zonas de matidez, por la bilateralidad de las lesiones y además por el enfisema compensatorio perilesional. La radiografía muestra micronódulos bilaterales diseminados que poco a poco llegan a macronódulos. En algunos casos conforman masas que pueden ulcerarse (Mahecha, 1992).

La enfermedad evoluciona con disnea de esfuerzo, algunos dolores torácicos y un poco de tos. A medida que el tejido fibroso aumenta, se reduce cada vez más la función respiratoria, llegando a presentarse la disnea al más mínimo esfuerzo y por lo tanto la pérdida de la capacidad laboral.

El cuadro clínico de la silicosis tiende a ser progresivo con la exposición continuada a polvo de sílice, con la edad avanzada y con el hábito de fumar. La progresión de los síntomas continúa después de terminada la exposición al polvo. Esta evolución se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Progresión del cuadro clínico de la silicosis

| <b>Duración de la exposición en relación con la presencia de la enfermedad</b> |    |         |          |
|--|----|---------|----------|
| Tiempo de exposición años  | 20 | 20 a 30 | 30 y más |
| % de trabajadores afectados  | 3  | 12      | 17       |

Fuente: adaptación de Abú-Shams & Llorente (2005, p. 83).

Ningún tratamiento permite en la actualidad hacer reversible la fibrosis pulmonar desencadenada por la inhalación de sílice, por lo tanto lo importante es la prevención.

## **Actividades preventivas**

### ***Primarias***

- En las situaciones donde exista el riesgo, utilizar encerramiento y ventilación local, procesos húmedos o sustitución de materiales y el uso de mascarillas con filtro.
- El examen médico de ingreso debe incluir radiografía de tórax en placa de 14 por 17 pulgadas, la cual sirve para declarar como no aptos a los candidatos que padezcan enfermedades pulmonares o cardíacas.

## ***Secundarias***

Examen médico periódico anual con énfasis en los sistemas respiratorio y cardiovascular, con la inclusión de radiografía de 14 por 17 pulgadas y espirometría.

- **Asbestosis**

Es otro tipo de neumoconiosis que produce alteraciones específicas en el pulmón y que es provocada por la inhalación de fibras de asbesto. El asbesto es un término genérico que se emplea para designar a numerosos silicatos hidratados fibrosos en su forma natural y que difieren en su composición química (Algranti et ál., 2004, p. 1-13).

Las fibras de asbestos se caracterizan por una elevada fuerza de tensión, flexibilidad, resistencia térmica y química, propiedades favorables a la fricción. Algunos asbestos pueden ser hilados y tejidos, mientras otros pueden ser extendidos y prensados para producir papel o ser utilizados como refuerzo de estructuras realizadas con otros materiales como cemento, plástico y asfalto.

### **Efectos de la exposición**

- Asbestosis caracterizada por la producción de cicatrices difusas, intersticiales no malignas en el tejido pulmonar.
- Carcinoma broncogénico: enfermedad maligna del área interna del pulmón.
- Mesotelioma: tumor maligno difuso localizado en la pleura o en el peritoneo, membranas que recubren la cavidad torácica y la abdominal.
- Cáncer de estómago, colon y recto.

La asbestosis, que es el efecto más frecuente, es evidente en estado avanzado y se manifiesta por función pulmonar restringida, dedos en forma de clava y estertores (sonidos secos y crepitantes en el interior de los pulmones). Su síntoma más importante es la disnea (dificultad respiratoria).

La enfermedad es progresiva debido a que las fibras inhaladas quedan atrapadas en el pulmón continuando su acción biológica. En sus formas más severas se produce la muerte a causa de la incapacidad del organismo para obtener el oxígeno necesario o por falla del corazón para bombear sangre a través del tejido cicatrizado de los pulmones.

Los trabajadores que trabajan con asbesto y a la vez son fumadores, tienen 8 veces más riesgo de sufrir cáncer pulmonar por exposición a asbesto, en comparación con las no fumadoras (Algranti et ál., 2004, p. 1-13).

- **Antracosis**

Es una enfermedad resultante de la exposición a polvo generado en las operaciones de las minas de carbón. Se llama también neumoconiosis de los mineros del carbón y puede manifestarse después de 20 años de exposición (Gilson, 1989, p. 289-94).

Hay cuatro clases de carbón: lignito, antracita, bituminosas y subbituminosas, y tres métodos de minería: destapada, subterránea y de barrera. Los más expuestos son los mineros subterráneos que extraen antracita.

Las manifestaciones clínicas de esta enfermedad incluyen esputo purulento, negruzco, tos productiva, a menudo con manchas de carbón, sibilancias y dificultad respiratoria progresiva.

### **Métodos de control**

- En sitios donde exista el agente de riesgo, utilizar encerramiento, ventilación local, procesos húmedos mediante riego de agua en la zona de trabajo para que no se dispersen los polvos y orden y aseo permanente.
- Dotación a los trabajadores con elementos de protección personal que incluyan además de los overoles y el calzado, mascarillas con filtro.
- Hacer mediciones constantes de la cantidad de polvo presente en el aire respirable, con el fin de controlar que no se excedan los valores límites permisibles establecidos para cada sustancia.
- A los trabajadores se les debe hacer los exámenes médicos ocupacionales de ingreso que incluyan radiografía de 14 por 17 pulgadas, la espirometría y la valoración física con énfasis en los sistemas circulatorio y respiratorio. Mediante este examen se deben declarar no aptos los que padezcan alteraciones pulmonares o cardíacas.
- En el ambiente de trabajo se deben utilizar métodos extractivos que favorezcan la dilución o regeneración del aire respirable.
- Los programas educativos deben guiar al trabajador sobre la forma de prevenir la enfermedad, evitar el tabaquismo y las alteraciones respiratorias. Así mismo deberá enseñársele a reconocer en forma precoz los signos y síntomas de la enfermedad.
- Una vez iniciado el proceso de la enfermedad, se debe promover el cambio de oficio o la reubicación del trabajador, de tal manera que se evite el contacto con el agente causal.

- Se deberá evitar que el trabajador realice grandes esfuerzos, fume o permanezca en ambientes contaminados.
- Conservar el buen estado nutricional de los trabajadores es fundamental para que sean menos susceptibles al factor de riesgo y puedan enfrentar en mejor forma el proceso de recuperación en los primeros estadios de la enfermedad.

- **Pesticidas**

Incluyen todos los productos químicos utilizados para destruir, prevenir y controlar plagas; se emplean para regular el crecimiento de plantas y para prevenir la caída del follaje. La plaga se define como toda planta o animal indeseable para un cultivo (Torres, 1934).

Aspectos generales de toxicidad:

Tóxico: producto venenoso que no es administrado con intención de causar daño.

Toxicidad: es la capacidad de envenenamiento del tóxico.

Veneno: sustancia que ha sido suministrada con fines nocivos premeditados y que puesta en contacto con el organismo ocasiona daño o altera el normal funcionamiento (todo es veneno y nada es veneno según la dosis).

Intoxicación: es el resultado de los efectos que los pesticidas producen a los humanos y a los animales. Los síntomas varían según el pesticida, su vía de penetración al organismo, especie, peso, raza, sexo, edad, susceptibilidad individual y estado fisiológico.

### **Vías de penetración**

**Vía digestiva:** se conoce como ingestión oral y es el proceso de absorción del pesticida por el tracto gastrointestinal. Produce vómito por acción sobre la mucosa gástrica. Puede presentarse por el consumo de alimentos o agua contaminada con residuos e ingestión del tóxico con el fin de suicidio o en forma accidental. Si se ingiere en ayunas ocasiona una absorción más rápida y por consiguiente una acción más fuerte.

**Vía respiratoria:** se presenta a través de la nariz mediante la inhalación del tóxico proveniente de productos fumigantes, vapores desprendidos de sustancias tóxicas, partículas sólidas o líquidas finamente pulverizadas y dispersas en el aire. Estas partículas, por su tamaño, pueden llegar hasta el alvéolo pulmonar desde donde alcanzan la sangre y hacen que su acción sea muy semejante a la producida por inyección directa del tóxico en el torrente sanguíneo. Los peligros de inhalación son mayores cuando se trabaja a temperaturas muy altas.

**Vía dermal-cutánea:** es el paso del pesticida a través de la epidermis, para alcanzar luego a nivel de la dermis, la circulación sanguínea. Se debe señalar que el contacto de estas sustancias con las mucosas es todavía más peligrosa que con la piel.

## **Factores que influyen sobre la toxicidad**

### ***Por parte del trabajador***

**Peso:** la dosis del veneno necesaria para ejercer efecto nocivo debe ser más grande cuanto mayor sea el peso del trabajador. La dosis tóxica se expresa en razón al peso corporal (Española, 2007 p. 1- 4).

**Raza:** la raza negra y la amarilla resisten mejor que la blanca la acción de los derivados fenólicos.

**Edad:** los niños son más sensibles que los adultos a ciertos tóxicos, en especial a los que tienen una acción más directa sobre el sistema nervioso central.

**Susceptibilidad:** algunos trabajadores presentan tolerancia natural ante dosis pequeñas de sustancias tóxicas.

**Estado fisiológico:** el embarazo aumenta la sensibilidad a los tóxicos.

**Alteraciones fisiológicas:** la insuficiencia renal disminuye la excreción del tóxico y aumenta su nocividad; la insuficiencia hepática por alteración del poder de neutralización de tóxicos en el hígado, potencia la acción de las sustancias.

## **Expresión de toxicidad**

La toxicidad de un producto se expresa en forma numérica mediante la llamada «dosis letal media» (DL-50), es decir, el 50 % de animales de experimentación sufren los efectos nocivos de la sustancia. Esta cantidad se expresa en miligramos del producto por kilogramo de peso. Deben tenerse en cuenta los factores que influyen sobre la toxicidad. Es necesario que en los envases de los insecticidas y pesticidas figure la toxicidad. Es importante definir los siguientes conceptos de toxicidad:

**Dosis letal (DL):** es la cantidad de tóxico que causa la muerte a la totalidad de la población expuesta.

**Dosis letal 50 (DL50):** es la cantidad de tóxico que causa la muerte al 50 % de la población expuesta.

Dosis letal mínima (DLM): es la cantidad de tóxico más baja que produce la muerte.

Dosis tóxica mínima (DTM): es la menor dosis capaz de producir efectos tóxicos, muestra la clasificación toxicológica de los pesticidas.

Valor umbral límite (TLV): es el valor medio de la relación concentración-peso-tiempo, considerada como máximo admisible en exposición laboral, es decir, 8 horas por día, 5 días semanales, sin ocasionar ninguna alteración de salud.

Intoxicación aguda: presentación de los signos y síntomas en pocas horas y después de una sola exposición al tóxico.

Intoxicación crónica: corresponde a la aparición de signos y síntomas después de transcurrir un período largo posterior a la absorción del tóxico durante exposiciones repetidas.

### **Importancia del diagnóstico precoz de las intoxicaciones por pesticidas**

Es posible salvar la vida de todo intoxicado por pesticidas si el personal de salud puede reconocer en forma rápida la naturaleza del tóxico. De allí la importancia vital del diagnóstico clínico inmediato, al cual se puede llegar por los siguientes medios:

***La encuesta o historia clínica:*** debe ir encaminada a la búsqueda del antecedente de la intoxicación, no siempre se tiene al alcance el envase del producto, razón por la que se deben hacer las siguientes preguntas: ¿en qué trabaja?, ¿época del año en que se usaron los pesticidas?, ¿qué productos se siembran?

***Sintomatología:*** si a pesar de todo no fuese posible la obtención de los datos anteriores, la sintomatología que presenta la persona afectada puede ser de gran ayuda.

***Pruebas de laboratorio:*** para obtener información de alteraciones significativas en sangre, hígado o riñón. Las básicas son: recuento de glóbulos, hemoglobina, hematocrito, bilirrubinemia, sedimento urinario, colinesteraza para la identificación directa del tóxico responsable (Mahecha, 1992).

### **Clasificación de los pesticidas**

La Tabla 2 muestra la clasificación química de los plaguicidas. En este capítulo se referirán los más utilizados.

**Tabla 2.** Clasificación toxicológica de los pesticidas

| <b>CATEGORÍA</b>                       | <b>Oral - mg/kg</b> | <b>Dérmica mg/kg</b> | <b>Inhalación mg/ kg</b> |
|--|---------------------|----------------------|--------------------------|
| <b>I<br/>Altamente<br/>tóxicos</b>     | 50                  | 200                  | 2000                     |
| <b>II<br/>Medianamente<br/>tóxicos</b> | 50- 500             | 200-2000             | 2000                     |
| <b>III<br/>Ligeramente<br/>tóxicos</b> | 500-5000            | 2000-20000           |                          |

Fuente: Corra (2009).

- **Clorados**

Son hidrocarburos clorados, orgánicos sintéticos. Su síntesis química se conoce desde 1874, se absorben por piel, aparato gastrointestinal y respiratorio. Afectan el funcionamiento del sistema nervioso central. Se obtienen en el comercio en forma de polvo mojable y emulsión. Se utilizan contra hormigas y abejas. La dosis mortal para el trabajador es de 60 gramos por vía oral y 120 gramos por vía cutánea.

Uno de los más empleados es el Aldrín: insecticida de contacto, también puede actuar por inhalación o ingestión. Es un producto de olor débil, resinoso; cuando se encuentra en estado puro, su color es blanco, es insoluble en agua, soluble en sustancias oleosas y poco volátiles. Está indicado contra hormigas y otras plagas. Pertenece a la categoría de toxicidad I. La dosis mortal estimada para el trabajador es alrededor de 5 gramos de producto puro (Mahecha, 1992).

### **Manifestaciones clínicas de las intoxicaciones por pesticidas clorados**

El mayor peligro de estos productos radica en la toxicidad crónica, debido a su poder de acumulación en los tejidos del organismo, por su gran liposolubilidad.

Los primeros síntomas de intoxicación por estos productos son: alteración neuromuscular, que consiste en temblores, crisis convulsiva, parestesias (disminución de la sensibilidad), mareos, confusión mental, cefalea y fatiga. También puede causar alteración renal y hepática. El diagnóstico se hace mediante la detección de signos y síntomas.

### **Tratamiento**

En caso de que el producto tóxico actúe por vía digestiva, se debe proceder a la administración de un emético y realizar un lavado gástrico. Igualmente se puede hacer el lavado con

carbón mineral o vegetal. La administración de barbitúricos disminuye la hiperexcitabilidad del sistema nervioso.

En caso de depresión respiratoria es necesario recurrir a la administración de oxígeno y a la respiración artificial. Si se producen salpicaduras en la piel, debe procederse al lavado con abundante agua y jabón.

- **Organofosforados**

Para la agricultura constituyen el grupo más numeroso de los plaguicidas. Su actividad insecticida se descubrió a partir de la Segunda Guerra Mundial. Pertenecen a la categoría toxicológica I, el efecto residual es corto y tienen un amplio espectro de acción. Están implicados en el mayor número de casos de envenenamiento en el mundo. En Colombia uno de los casos más mencionados fue el presentado en noviembre de 1967 en Chiquinquirá (Boyacá), cuando hubo una intoxicación masiva de personas que consumieron pan elaborado con harina contaminada con parathión. De un total de 165 casos, murieron 74 pacientes. El parathión fue transportado desde Bogotá y en el vehículo se mezcló en forma accidental con harina que en forma incorrecta se transportó en el mismo vehículo. El desconocimiento por parte del personal de salud del agente causal de la intoxicación impidió el tratamiento oportuno (Mahecha, 1992).

Entre este grupo de pesticidas se pueden citar: parathión, fentión, clorotión, metiloxidemetón, diazinón, triclorfón, malatión, dimetoato, fosfamidón, etión, fenitrotión, disulfotón y salitrón. Los más usados en nuestro medio actúan por ingestión, vía dermal e inhalación, y son los siguientes:

**Parathión:** es un líquido aceitoso de color parduzco y olor ligeramente oleáceo, insoluble en agua e incompatible con los álcalis. Es un insecticida que actúa por contacto e ingestión. Su toxicidad es muy elevada, aunque no es insecticida sistémico actúa con profundidad, lo cual le permite ser utilizado para la lucha contra larvas minadoras.

**Clorotión:** aceite viscoso de color pardo amarillento, es poco soluble en agua. Su acción insecticida se ejerce por contacto e ingestión. En su utilización debe evitarse el contacto cutáneo.

**Malatión:** es un líquido parduzco de olor desagradable, poco soluble en agua. Insecticida de contacto e ingestión. Su toxicidad aguda es por dosis pequeñas, siendo la dosis letal media para la rata de 1850 miligramos por kilogramo de peso. Comercialmente se prepara en polvo para espolvoreo y pulverizaciones en forma mojable y emulsión.

## **Manifestaciones clínicas de intoxicaciones por pesticidas organofosforados**

Los efectos tóxicos de estos compuestos se atribuyen a la inhibición de la colinesteraza de la sangre y de los tejidos, con la consiguiente acumulación de cantidades excesivas de acetilcolina en los órganos efectores. Los síntomas de la intoxicación son de naturaleza colinérgica (subjetivos y objetivos).

- Sobre las pupilas provoca una miosis pronunciada acompañada de anisocoría y a la vez aparece una marcada hiperemia de la conjuntiva. En la mucosa nasal origina una rinorrea intensa.
- En el árbol respiratorio provoca una constricción, con tos y respiración ruidosa, indicativa de hipersecreción bronquial.
- Sobre el músculo estriado se presentan contracciones fibrilares en la zona expuesta al tóxico.

En conclusión, los síntomas más generales por esta intoxicación son:

- A nivel gastrointestinal: sialorrea, anorexia, náuseas, vómitos, espasmos intestinales, opresión epigástrica, diarrea, tenesmo e incontinencia rectal.
- A nivel respiratorio: opresión torácica, expiración sibilante, disnea, dolor torácico, tos y cianosis.
- A nivel del sistema nervioso: vértigos, ansiedad, agitación, indiferencia, depresión, dificultad para hablar, convulsión, depresión de los centros respiratorio y circulatorio, lo cual en poco tiempo lleva a la muerte.

El diagnóstico de la intoxicación se fundamenta en los antecedentes de exposición al tóxico y en la aparición de los síntomas subjetivos y objetivos. Estos pueden emerger horas después de la exposición sobre todo en la noche, por lo cual su relación con la intoxicación ocupacional puede pasar inadvertida en los primeros momentos.

### **Tratamiento**

Cuando se presenta intoxicación con pesticidas se debe proceder a prestar los primeros auxilios: el trabajador debe ser llevado rápidamente a un sitio limpio y libre de contaminación. Si solamente se han producido salpicaduras a los ojos, estos deben ser lavados con abundante agua limpia durante 10 minutos. Si el contacto con el tóxico ha sido por vía gástrica, se debe provocar el vómito en forma rápida y proceder a un lavado gástrico.

Si aparecen síntomas de intoxicación general no se debe administrar atropina; si es leve, se administra por vía intramuscular 1-2 mlgs de atropina, si es necesario se repetirá la dosis cada 30 minutos hasta el restablecimiento de la condición de salud. Si la intoxicación es grave, se inyecta atropina intramuscular de 4-6 mlgs seguidos de 2 mlgs, a intervalos de 3 a 8 minutos hasta que desaparezcan los síntomas.

Otro compuesto para tratamiento es el PAM (yoduro de 2 aldoxinametilpiridino), capaz de reactivar la colinesteraza fosforilada. Se administra 500 mlgs de yoduro de 2-PAM en los casos de intoxicación por fosforados. El efecto benéfico máximo se obtiene después de 10 minutos. Si es necesario se debe administrar oxígeno y respiración artificial.

- **Arsenicales**

La toxicidad del arsénico y sus derivados es conocida desde hace mucho tiempo. En 1860 el acetoarsenito de cobre fue utilizado para luchar contra parásitos en la agricultura. Los productos arsenicales presentan un alto peligro de toxicidad para los manipuladores y consumidores, por tanto su uso es restringido. Dentro de este grupo se pueden nombrar los siguientes: arsenito de cal, arsenato de plomo, arseniato sódico, trióxido arsénico, anhídrido de arsénico y arseniato de cobre (Mahecha, 1992).

Entre los más usados en nuestro medio tenemos:

**Arseniato de cal:** es un polvo blanquecino, no soluble en agua; debido a esta característica se usa más para espolvoreo que para pulverizar. Es un insecticida que actúa generalmente por ingestión siendo la vía cutánea secundaria. Su toxicidad en el hombre está entre 1-10 mlgs/kilo de peso.

**Trióxido arsénico o anhídrido de arsénico:** es arsénico blanco o simplemente arsénico. Es un polvo blanco insoluble en agua. Su toxicidad para el hombre es fuerte, pues la DL50 es de 10 a 15 mlgs/kilo de peso (Mahecha, 1992).

**Tabla 3.** Clasificación química de los pesticidas

| INDICACIÓN   | TIPO                 | CLASE   |
|--------------|----------------------|---|
| Insecticidas | Inorgánicos          | Arsenicales, aceites minerales  |
|              | Orgánicos vegetales  | Piretrinas  |
|              | Orgánicos sintéticos | Organofosforados<br>Organoclorados<br>Corbamatos<br>Piretroides   |
| Herbicidas   | Inorgánicos          | Arsenicales   |
|              | Orgánicos            | Carbamatos<br>Bipiridilos<br>Derivados del ácido fenoxibenzoico<br>Nitrogenados heterocíclicos<br>Derivados de la urea<br>Derivados de anilinas |
| Fungicidas   | Inorgánicos          | Azufrados<br>Cúpricos<br>Sales de zinc  |
|              | Orgánicos            | Ditiocarbomatos<br>Mercuriales<br>Nitrobenzenos   |
| Rodenticidas | Orgánicos            | Anticoagulantes<br>Difenadiona<br>Fluorocetato de sodio y talio   |
| Acaricidas   | Inorgánicos          | Azufre  |
|              | Orgánicos            | Organofosforados<br>Organoclorados  |

El riesgo de mayor absorción es dermal. Tienen largo efecto residual y pueden acumularse en los tejidos grasos, de donde, en los animales, pasan a la leche; también se acumulan en los componentes básicos del medio ambiente: agua, aire y suelo. Dentro de este grupo se pueden mencionar: DDT, lindano, heptacloro, toxafeno, clordano, aldril, dieldrín, endrín, tiotan y kelevan.

Los más usados en nuestro medio son:

**Dicloro difenil tricloroetano (DDT):** es un insecticida que actúa principalmente por contacto. Al comienzo se aprovechó su acción sobre las moscas y polillas. En la última guerra mundial, los americanos lo empezaron a utilizar para contrarrestar los piojos, mosquitos y otros insectos transmisores de enfermedades como el tifus y la malaria.

Es un producto blanco y alcalino, soluble en líquidos orgánicos y grasas. Por vía oral la absorción es prolongada, en solución oleosa puede provocar fenómenos tóxicos manifestados con temblores, fiebre, cefalea, contracciones musculares y crisis epileptiformes por su afinidad con el tejido nervioso, el cual es rico en grasa. La dosis mortal estipulada para el trabajador es de 30 gramos del producto puro.

**Lindano:** es un insecticida inoloro cuyos efectos letales son mayores que los del DDT, pero su acción residual es menor. Penetra al organismo por ingestión, contacto e inhalación, siendo su mayor toxicidad por contacto. Se utiliza como insecticida doméstico y para tratamientos del suelo en gran variedad de cultivos.

En el comercio se presenta para usar en espolvoreo (polvo mojable y emulsión). La dosis mortal estimada para el trabajador es de 7 a 15 gramos; dosis menores pueden causar accidentes leves. Por vía cutánea se estima peligrosa la dosis de 3 gramos.

**Clordano:** es un insecticida de contacto e ingestión empleado en arboricultura, tratamiento del suelo y en la lucha contra las hormigas. El producto industrial es un líquido castaño, viscoso, insoluble en agua y soluble en disolventes orgánicos, especialmente en kerosene. Es soluble en líquidos, lo que explica su penetración a través de la piel, su olor es escaso y recuerda al de la esencia del cedro, no transmite olor ni sabor a los productos tratados con este.

### **Manifestaciones clínicas de las intoxicaciones por insecticidas arsenicales**

En caso de intoxicación aguda o subaguda más o menos rápida, se presenta la aparición de vómitos acompañados de deposiciones blanquecinas. Su ingestión provoca un color ocre en la boca y una sensación de quemazón en todo el tracto digestivo.

La deshidratación extrema provoca calambres en los miembros, anuria, piel, seca, (persiste el pliegue por pellizcamiento), al poco tiempo sobreviene la muerte por falta de circulación periférica.

Si la intoxicación es por vía pulmonar (inhalación), la sintomatología presentada es: dolor intenso en el tórax, cefalea, irritación de las vías pulmonares altas, tos, resequedad faríngea, afonía y rinorrea.

El examen de sangre en estos casos muestra leucocitos de predominio neutrófilo, hemoconcentración bilirrubinemia, disminución del cloro y anemia de tipo pernicioso. En la intoxicación crónica se presentan alteraciones cutáneas, manchas irregulares de color gris, negruzco y pardo, más intenso en las partes expuestas a la luz como son la cara, el cuello y los antebrazos; hiperqueratosis en palmas de manos y plantas de pies. Otro aspecto típico de la intoxicación crónica son los efectos sobre el sistema nervioso central: polineuritis asimétrica, que inicia en las extremidades y tiene síntomas motores y sensitivos.

El diagnóstico se realiza mediante la sintomatología, posiblemente se encuentre tóxico debajo del espacio ungueal, cabellos y en la orina, si la intoxicación es aguda. En caso de intoxicación crónica, son importantes los antecedentes personales y laborales de contacto con sustancias arsenicales.

## **Tratamiento**

En la intoxicación aguda debe ser muy rápido: primero un lavado gástrico con carbón mineral o vegetal. En caso de no poder hacer lo anterior, se empleará la apomorfina para provocar el vómito; otra medida es la aplicación de antilewicita británica o betacloroetildicloroarsina (BAL) en una solución oleosa al 10 % intramuscular.

### **• Carbamatos**

Estos productos pueden provocar intoxicaciones similares a las de los organofosforados. En 1925 se estableció la estructura química y se conoció que eran derivados del ácido carbónico. En 1947 salieron al comercio, entre los más conocidos se encuentran: carbamil, dimetán, metonilo, isolán, aldicarb, primicarb, dioxacarb, aminocarb. En nuestro medio los más utilizados son:

**Carbamil:** es un polvo blanco poco soluble en agua. Es tóxico por contacto, ingestión y a veces por vía sistémica. Se presenta como polvo mojable, su toxicidad es 2 veces menor que el DDT. Su dosis letal para el hombre es de 70 gramos. Actúa inhibiendo la colinesteraza.

**Dimetán:** sólido en forma de cristales amarillos y poco soluble en agua. Pesticida de acción sistémica, actúa por contacto e ingestión.

**Aldicarb:** pesticida de acción sistémica. Posee una alta toxicidad y actúa por ingestión, contacto e inhalación. Es activo por contacto sobre los ojos.

**Aminocarb:** sólido blanco, cristalino y ligeramente soluble en agua. Este insecticida requiere autorización para su uso, en especial para los cultivos de algodón.

## **Manifestaciones clínicas de intoxicación por carbamatos**

La intoxicación aguda está caracterizada por daños digestivos: náuseas, vómitos, deposiciones frecuentes y cólicos, salivación abundante, síntomas respiratorios con secreción nasal, asfixia e incluso edema pulmonar. Se presenta abundante secreción lacrimal y miosis. En fase avanzada produce paro cardiorrespiratorio y muerte. La absorción de pequeñas dosis repetidas puede producir los mismos síntomas. El tratamiento utilizado es el mismo que en el caso de intoxicaciones con organofosforados.

## **Prevención de intoxicaciones por pesticidas. Precauciones para el empleo**

### ***Expendio y transporte***

- Nunca se debe guardar ni entregar a nadie una porción de pesticidas, en un envase sin rotular.
- No se deben transportar pesticidas con alimentos, bebidas, ropa, medicinas o utensilios de uso doméstico.
- Para el transporte de los pesticidas se debe asegurar que el empaque sea hermético y a prueba de rupturas.
- Al transportar pesticidas, en el rótulo debe aparecer la categoría con los símbolos y palabras correspondientes.
- Los productos químicos deben transportarse en cilindros a prueba de filtración y los polvos en empaques seguros para evitar escapes.
- No deben transportarse humanos ni animales con la carga.
- El transportador deberá responder por manejar bien los empaques, evitar daños en la carga, revisarla en los momentos de recibo y entrega y avisar a las autoridades en caso de rupturas.
- Cuidar los productos en polvo blanco para que no se pigmenten (Mahecha, 1992).

### ***Almacenamiento***

- Se deben guardar los pesticidas fuera del alcance de los niños, animales y personas no aptas para su manejo.
- No exponer los pesticidas a calor o frío excesivos.
- No almacenar pesticidas junto con comidas, combustibles, ni cerca de la vivienda o fuentes de agua.
- El lugar de venta debe ser aireado; poseer fuentes de agua y botiquín de primeros auxilios.
- Se deben desechar productos cuya fecha de caducidad esté vencida.

- Los envases vacíos no deben ser utilizados, excepto si en la casa expendedora los reciban para reutilizarlos como empaque para los mismos productos. Esto es de gran importancia, debido a que en algunas zonas es común el uso de canecas de herbicidas o insecticidas para almacenar o cargar agua de consumo. En caso de extrema necesidad, estos recipientes deben ser bien lavados, primero con un solvente del producto que contenían y luego con bastante agua y detergente.

### ***Aplicación***

- Al fraccionar un pesticida se deben copiar las instrucciones del rótulo del envase original y pegarla en el nuevo envase.
- No se deben comprar productos cuya etiqueta sea borrosa, ilegible o incompleta, esta debe indicar claramente la composición química del producto, su forma de aplicación, sus precauciones de uso y antídotos recomendados.
- Se debe leer el rótulo cuidadosamente y estar seguro de haberlo entendido. Preste especial atención a las instrucciones y precauciones que deben ser tomadas antes de abrir y empezar el uso de cada envase.
- Muchos empleadores de insecticidas desprecian las advertencias, pensando que estas son exageradas.
- Cuando se fumiguen plantaciones de comestibles, se debe tener el cuidado de tomar la mínima cantidad de insecticida necesaria y asegurarse de que los comestibles sean lavados en forma correcta antes de ingerirlos.
- La cara y las manos deben lavarse en forma cuidadosa después de rociar o espolvorear pesticidas.
- Es indispensable no fumar mientras se aplican los pesticidas, estos pueden penetrar por vía oral.
- Cuando se utilicen pesticidas altamente tóxicos, se deben emplear los elementos de protección personal indicados en el rótulo, en especial para la piel y las vías respiratorias.
- Después de cada trabajo de aspersión se debe facilitar a los trabajadores lavarse el cuerpo al igual que la ropa utilizada durante la actividad.
- Cuando se asperja alrededor de rebaños o corrales de animales, se les debe proteger y cubrir los alimentos y depósitos de agua.

- Cuando ya haya sido totalmente vaciado el producto, se debe destruir el envase debido a que en este pueden quedar residuos mínimos que ocasionarían daños.
- No se deben usar los empaques como sacos de yute, plástico o papel para dormir o descansar, estos contienen gran cantidad de residuos, que pueden causar intoxicación.
- Las soluciones o mezclas de pesticidas no deben agitarse directamente con la mano; para este fin se debe tener un agitador especial y lavarlo bien cada vez que se use.
- Al manejar soluciones concentradas, su dilución debe realizarse al aire libre.

## CAPÍTULO IV

# FACTORES DE RIESGO FÍSICO

### **Definición**

Son todos aquellos factores ambientales que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos o de la transformación de su energía, tales como: ruido, vibraciones, presiones atmosféricas altas y bajas, radiaciones electromagnéticas ionizantes y no ionizantes, temperaturas extremas: calor y frío, ventilación e iluminación deficientes (Parra, 2003).

- **Ruido**

El sonido es producido por la vibración de cuerpos o moléculas de aire desplazándose a modo de onda longitudinal, por lo que requiere de un medio de propagación o transporte. Se convierte en ruido cuando sus características se transforman, tornándose perjudiciales para los trabajadores expuestos (Gerges, 2004).

### ***Características***

Todo ruido tiene tres características que permiten diferenciarlo de los demás. Estas son: intensidad, frecuencia y timbre.

- **Intensidad:** es la potencia acústica transmitida por unidad de superficie, perpendicular a la dirección de propagación. Normalmente se mide en *watts* por m<sup>2</sup>, sin embargo, en forma práctica se utiliza una escala logarítmica en la cual la intensidad relativa de un sonido, con respecto a otro, se define como diez veces el logaritmo de la razón de sus intensidades. Los niveles así definidos se expresan en decibeles (dB). Los niveles acústicos se expresan en decibeles relativos a las cantidades de los patrones internacionales de referencia.

- **Frecuencia:** es el número de oscilaciones o fluctuaciones por segundo y se mide en hercios (Hz). El oído humano está dotado para percibir frecuencias entre los 16 Hz y los 20.000 Hz. Frecuencias inferiores a los 16 Hz se denominan vibraciones y frecuencias mayores a los 20 000 Hz se conocen como sonidos ultrasónicos
- **Timbre:** la mayoría tiene una frecuencia fundamental y tiene otros componentes en múltiplos de esta frecuencia básica llamados armónicos que, en conjunto, constituyen el timbre, que permite individualizar cada sonido. Desde el punto de vista práctico, para efectos del estudio de ruido se tienen en cuenta únicamente las características de intensidad debido a que el timbre no es medible (Gerges, 2004).

### *Propiedades del ruido*

El ruido, como movimiento ondulatorio que es, tiene las siguientes características: reflexión, refracción, interferencia, impedancia, resonancia y reverberación (Fernández, 2003).

**Reflexión:** es la propiedad que posee la onda sonora, cuando choca contra un cuerpo y vuelve a su punto de origen. El eco es el caso típico de reflexión de ruido y se produce cuando la superficie en que se refleja tiene un tamaño cinco o seis veces su longitud de onda. El oyente percibe dos ruidos: el original o incidente y su eco o sonido reflejado.

En el aparato auditivo se presenta este fenómeno cuando el sonido pasa de un medio gaseoso a un medio líquido (de oído medio a oído interno), produciéndose una reflexión de las ondas sonoras en casi su totalidad. Para evitar esta pérdida de energía y para que la transmisión al oído interno se realice, en su mayor parte, el oído emplea mecanismos como la relación de tamaño entre la membrana timpánica y la platina del estribo, uno de los componentes de cadena osicular.

**Refracción:** consiste en la desviación de las ondas sonoras al pasar de un medio a otro de densidad diferente, variando su velocidad de propagación. En la audición esta propiedad se manifiesta cuando el estímulo sonoro es transmitido de un medio gaseoso (oído externo) a un medio sólido (cadena de huesillos del oído medio), y a uno líquido (líquido del oído interno).

**Interferencia:** es la relación de dos o más tonos puros que se producen al mismo tiempo.

**Impedancia:** es la propiedad por la cual se presenta una resistencia al paso de cualquier tipo de energía. En el caso del órgano auditivo, la impedancia del aire está en desproporción con el oído interno, en donde es mayor, siendo de 41.5 ohmios en el aire de 14 ohmios en el líquido, por lo cual el sonido percibido por el oído presenta dificultad al pasar de un medio de poca impedancia a uno de impedancia muy alta, haciéndose necesaria la intervención de las estructuras del oído medio para permitir y mejorar la transmisión.

**Resonancia:** se define como la capacidad que puede tener un cuerpo hueco para el aire que contiene en vibración, cuando en las proximidades se encuentra un productor de vibraciones sonoras.

**Reverberación:** es la propiedad que tienen algunos materiales de reflejar o absorber parte del sonido, como por ejemplo: paredes y techos. Las puertas huecas, las ventanas mal cerradas, los respiraderos, exponen a las personas al ruido exterior de la edificación.

### *Percepción del sonido*

La magnitud física de un sonido es dada por su intensidad, mientras que la magnitud percibida o subjetiva se denomina sonoridad. En esta última intervienen tanto la intensidad como la frecuencia.

La unidad básica de sonoridad es el sonido, definido como la sonoridad de un tono puro de 1000 Hz, percibido en un nivel de presión acústica de 40 dB.

### *Cálculo y medición de nivel de sonoridad*

El sonómetro debería proporcionar una lectura que indicara la sonoridad en sonios, pero es difícil lograrlo, porque los procesos de percepción humana son complejos, por lo tanto se emplea un filtro para ponderar las mediciones del nivel de presión acústica en función de la frecuencia, de acuerdo con las características de respuesta del oído humano.

Estos filtros se denominan A, B, C y algunas veces el filtro D. La experiencia ha demostrado que con el filtro A se obtiene la máxima correlación entre las mediciones físicas y las evaluaciones subjetivas de la sonoridad del ruido. Los niveles de la escala A se miden en dB y se expresan como dB(A).

La ponderación A se usa para medir el sonido en diversas situaciones, debido a que se ha reconocido que el nivel de presión acústica con esta ponderación constituye una estimación de la sonoridad fiable y fácil de medir (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

### *Fuentes de ruido*

Las principales fuentes de ruido en nuestro medio son: la industria, en especial la metalmeccánica, el tránsito de automotores, tránsito aéreo y la industria de la construcción. Existen otras como los equipos de aire acondicionado, los extractores de gases y vapores y los electrodomésticos.

## *Clasificación del ruido*

Teniendo en cuenta la duración del ruido, este se puede clasificar en:

**Ruido constante:** sus niveles de presión sonora no presentan oscilaciones y se mantienen relativamente constantes a lo largo del tiempo. Ejemplo: ruido de un motor eléctrico. Este se puede subdividir en dos categorías: ruido continuo de banda angosta, en el cual el rango de frecuencia es menor que una octava y el ruido continuo de banda ancha, en el cual el rango de frecuencia es mayor de una octava.

**Ruido intermitente:** en este se presentan subidas bruscas y repentinas de la intensidad sonora en forma periódica. Ejemplo: el accionar de un taladro.

**Ruido de impacto:** es aquel en el que se presentan variaciones de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo menores de un segundo. Ejemplo: el producido por las estampadoras (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

## **Efectos del ruido**

En el ruido se han descrito dos grandes categorías de efectos: los auditivos y los no auditivos.

- **Auditivos**

Normalmente la sensibilidad auditiva disminuye con la edad, proceso llamado presbiacusia. En consecuencia, al analizar los datos de la pérdida de audición causada por exposición al ruido, se deben tener en cuenta los efectos de la edad. Se ha definido el patrón general de progreso de presbiacusia y se sabe que este se presenta en las frecuencias audiométricas más altas y casi invariablemente es bilateral. El nivel de audición es el nivel del umbral audiométrico de un individuo o un grupo en relación con una norma audiométrica aceptada.

El desplazamiento del umbral inducido por el ruido es la cantidad de pérdida de audición atribuible únicamente al ruido, una vez que se ha descontado la producida por la presbiacusia. Estos valores pueden variar ligeramente según la fuente de donde se han tomado los datos de presbiacusia. Suele considerarse trastorno auditivo, el nivel de audición en el cual los individuos comienzan a tener dificultades para llevar una vida normal (comprensión del habla).

**Desplazamiento temporal del umbral (DTU):** es llamado también fatiga auditiva. La exposición por periodos relativamente cortos a niveles excesivos produce una pérdida transitoria de la agudeza auditiva, cuyo grado y duración dependen de la severidad, el tiempo de exposición, la susceptibilidad individual y el tipo de ruido. La recuperación ocurre

después de reposo en ambiente no ruidoso y puede requerir horas o días. Si la recuperación no es completa antes de la siguiente exposición, hay posibilidad de que parte de la pérdida se convierta en permanente.

**Desplazamiento permanente del umbral (DPU):** esta pérdida usualmente se inicia en la banda de los 4000 Hz, es de tipo neurosensorial y afecta por lo tanto la conducción aérea y la conducción ósea. Esta no se instaura en forma aguda, sino que lo hace en forma paulatina durante meses y años. Generalmente pasa inadvertida, porque inicialmente no hay deterioro en las bandas de la comunicación oral, pero sí puede haber dificultades en la percepción de sonidos de frecuencias altas, como los timbres.

**Pérdida de audición producida por exposición al ruido industrial:** aunque ruidos explosivos de alta intensidad puedan lesionar el tímpano o las estructuras del oído medio e interno en forma aguda con daño inmediato de la audición, lo más usual es el efecto causado por ruido prolongado, que produce destrucción de las células ciliadas del órgano de Corti. La severidad del efecto depende de la extensión de las lesiones y de su ubicación en el oído interno, las cuales, a su vez, dependen de la intensidad y frecuencia del estímulo. Existen muchas hipótesis para explicar el mecanismo por el cual el ruido destruye el órgano de Corti, sin embargo, no hay claridad al respecto

Las más aceptadas hacen referencia a agresión mecánica y vasoconstricción prolongada post estímulo sonoro, que disminuyen el oxígeno y los nutrientes de las células ciliadas, producen aumento local de temperaturas con desnaturalización de proteínas y finalmente agotamiento metabólico de las células por estímulos repetidos.

Son muchos los estudios ocupacionales sobre pérdida auditiva ocupacional por ruido. La mayoría son estudios transversales audiométricos, con evaluación de ruido ambiental en grupos laborales específicos, como los de la industria metalmecánica, astilleros, textil, salas de pruebas para *jets*, fundiciones y transportes.

A menudo efectúan corrección por presbiacusia y en algunos casos se excluyen personas con exposiciones ocupacionales, posibles exposiciones no ocupacionales y con anomalías otológicas. En otros estudios, por el contrario, estas personas fueron incluidas a propósito para suministrar una estimación realista de los niveles de pérdida auditiva en una población típica expuesta a ruido.

En general, todos los estudios revelaron que los trabajadores expuestos a ruido intenso diariamente durante años, mostraban pérdida auditiva ajustada al patrón característico: pérdidas considerables muy frecuentes en las bandas elevadas y raras en las bandas de tonos bajos. Se encontró una clara correlación entre el aumento de incidencia de pérdida auditiva y el aumento de los niveles de ruido.

## **La audiometría como método para evaluar la pérdida auditiva**

La audiometría es el examen de la capacidad auditiva mediante un audiómetro, aparato que emite sonidos puros en determinadas bandas de frecuencia y con diferentes niveles de presión sonora. La audiometría se puede clasificar en tonal umbral y supraliminar (Gil, 2003, p. 21-32).

Audiometría tonal umbral: determina umbrales mínimos de audición a tonos puros por vía aérea, mediante el uso de auriculares, y ósea utilizando el vibrador en mastoides.

Audiometría supraliminar: estudia distorsiones de la sensación sonora, sensación de altura, que emite la frecuencia e intensidad, reclutamiento, que es el aumento rápido en la percepción del ruido, frecuente en lesión coclear por síndrome de Menière, trauma acústico o efecto de drogas tóxicas. Pruebas de fatiga pre y posestimulación, relación de agradabilidad, por descanso del umbral del dolor, frecuente en trauma acústico y Ménière.

La audiometría debe complementarse con la entrevista, mediante la cual se investigan antecedentes auditivos, personales y familiares, y la otoscopia para visualizar el conducto auditivo externo y la membrana timpánica para detectar alteraciones u obstrucciones por cerumen o cuerpos extraños.

### **Clasificación de las pérdidas auditivas**

Entre las pérdidas auditivas se pueden considerar las siguientes (Fernández, Suárez & Batista, 2012):

#### ***Hipoacusia***

Se denomina hipoacusia la pérdida de la capacidad auditiva que afecta las bandas del área conversacional, o sea 500, 1000 y 2000 Hz. Para la evaluación de la incapacidad auditiva en las frecuencias conversacionales, la Academia Americana de Oftalmología y Otorrinolaringología ha recomendado la clasificación SAL (Speech Average Loss) que utiliza el promedio aritmético de la pérdida de decibeles en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz, cuya interpretación se presenta en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Clasificación SAL de incapacidad auditiva o hipoacusia

| Grado | Db. ASA - 1951               | Interpretación   | Características                              |
|-------|------------------------------|------------------|--|
| A     | 16<br>peor oído              | Normal           |  |
| B     | 16-30<br>Ambos oídos         | Subnormal        | Alguna dificultades para conversación fluida |
| C     | 31-45<br>Mejor oído          | Sordera moderada | Dificultad en conversación normal            |
| D     | 46-60<br>Mejor oído          | Sordera notable  | Dificultad con voz alta                      |
| E     | 61-90<br>Mejor oído          | Sordera severa   | Solo oye voz amplificada                     |
| F     | 90<br>Mejor oído             | Sordera profunda | No oye voz amplificada                       |
| G     | Sordera total en ambos oídos |                  | No oye ningún sonido                         |

Fuente: adaptado de Colombia (2010, p. 3).

Dentro de la evolución clínica se pueden citar tres etapas: adaptación, latencia y sordera manifiesta.

- **Adaptación:** se presenta malestar, disminución del ánimo, laxitud y pérdida auditiva en frecuencias altas especialmente en los 4000 Hz, la cual es transitoria y reversible horas después de terminada la jornada, reaparece al día siguiente con la nueva exposición al ruido. La recuperación auditiva va desapareciendo a medida que aumenta el tiempo de exposición, a la vez que los síntomas se van atenuando hasta desaparecer al cabo de pocas semanas debido al proceso de adaptación.
- **Latencia:** no hay sintomatología, pero el déficit auditivo es permanente en los 1000 Hz, haciéndose bilateral y simétrico, aumenta en forma progresiva en el curso de meses y años. Este estado no es aún percibido por el individuo por no encontrarse afectada el área conversacional y solo puede diagnosticarse por medio de la audiometría.
- **Sordera manifiesta:** se caracteriza por la pérdida de la capacidad auditiva que afecta bandas de frecuencias altas y posteriormente las bandas del área conversacional entre los 16 000 y 20 000 Hz.

### Trauma acústico

Se denomina trauma acústico la pérdida de capacidad auditiva producida por el ruido que afecta inicialmente la banda de 4000 Hz, luego otras bandas de frecuencias altas y ya en estos avanzados, bandas del área conversacional. Otro tipo de clasificación usado en la evaluación de trauma sonoro que origina pérdida auditiva en frecuencias altas en grupos

ocasionalmente expuestos al ruido es el denominado ELI (Early Loss Index), basado en los descensos en la banda de 4 000 Hz y corrigiendo la presbiacusia. Una vez restados los valores se procede a la clasificación del trauma acústico. En este libro se utiliza la clasificación establecida por Rojas (citado por Fakhri, 2002, p. 38).

Trauma tipo I: se presenta un pico en 4000 Hz, resto de frecuencias normales, vía ósea normal, no hipoacusia subjetiva y acúfenos constantes.

Trauma tipo II: se presenta caída en dos o tres frecuencias, 4000 y 8000 Hz o 2000, 4000 y 8000 Hz, caída en la vía ósea. Para tonos agudos, hipoacusia subjetiva variable, acúfenos más o menos constantes y discriminación regular en ambiente ruidoso.

Trauma tipo III: muestra caída en frecuencias altas, caída en 1000 Hz y en ocasiones también en tonos graves. Caída de la vía ósea en las mismas frecuencias, se presenta hipoacusia neurosensorial pura subjetiva, acúfenos permanentes, mala discriminación, lo cual tiene repercusiones sociales.

El diagnóstico diferencial: entre pérdidas auditivas producidas por ruido y pérdidas auditivas producidas por otros agentes causales, se establece al determinar si las pérdidas son de tipo conductivo en las que la audición por vía ósea está conservada. En estos casos se debe investigar la presencia de cuerpos en el conducto auditivo externo, daños, perforaciones o infecciones del tímpano, procesos inflamatorios o degenerativos del oído medio son, entre otras, las causas. La hipoacusia producida por ruido afecta en forma directa la conducción neurosensorial, mas no la aérea.

El diagnóstico diferencial más difícil de establecer es el relacionado con las enfermedades degenerativas que afectan en forma directa la conducción neurosensorial, como la presbiacusia, en cuyo caso, la pérdida auditiva neurosensorial conserva los mismos patrones que la hipoacusia por ruido, es decir, presentándose en forma lenta y progresiva con caídas iniciales en la banda de los 4000 Hz. En estos casos, el diagnóstico diferencial se establece al tener en cuenta, primero, el antecedente de exposición a ruido industrial y segundo, la edad y el sexo del trabajador, para calcular la pérdida por presbiacusia.

Otro tipo de enfermedades, como las causadas por accidentes cerebrovasculares o la pérdida súbita por traumatismo, produce pérdidas auditivas, que se diferencian de las ocupacionales por los antecedentes.

A continuación se presentan dos tablas en las cuales se observa la agudeza auditiva perdida por presbiacusia.

ASPV (Audiometric Specific Presbiacusic Value) aplica la siguiente escala de valores ELI.

**Tabla 5.** Escala de valores de ELI

| <b>Grado</b> | <b>Db (4.000 Hz.)- ASPV</b> | <b>Interpretación</b>        |
|--------------|-----------------------------|------------------------------|
| A            | 8                           | Normal - excelente           |
| B            | 9 - 14                      | Normal - bueno               |
| C            | 15 - 22                     | Límite normal                |
| D            | 23 - 29                     | Sospechoso de trauma sonoro  |
| E            | 30 y más                    | Compatible con trauma sonoro |

**Fuente:** adaptado de Colombia (2010, p. 3)

**Tabla 6.** Valores específicos de presbiacusia en audiometría por dB de acuerdo con la edad

| <b>Edad</b> | <b>Mujeres</b> | <b>Hombres</b> |
|-------------|----------------|----------------|
| 30          | 2              | 3              |
| 35          | 3              | 7              |
| 40          | 5              | 11             |
| 45          | 8              | 15             |
| 50          | 12             | 20             |
| 55          | 15             | 26             |
| 60          | 17             | 32             |
| 65          | 18             | 38             |

**Fuente:** Fernández, Butron & Chourio (2010, p. 51)

### Ø Efectos no auditivos

Estos efectos comprometen diferentes sistemas y no guardan relación con los auditivos. Sobre estos se han hecho diversos estudios que los referencian en forma general y teórica.

El ruido causa distintas reacciones a lo largo del mecanismo hipotalámico hipofisiario suprarrenal, entre ellos un aumento de las hormonas adrenalina y noradrenalina, las cuales actúan sobre la circulación general produciendo vasoconstricción reflejada en hipertensión, taquicardia y a largo plazo enfermedad cardíaca; otros efectos producidos a nivel simpático como úlcera gástrica, fatiga y trastorno en la percepción de los colores.

La tensión adicional que el ruido ejerce sobre el organismo puede producir la aparición de fatiga en forma directa o indirecta al interferir en el sueño, sin embargo es difícil establecer el papel que desempeña el ruido como factor causal.

## Valores límites permisibles para ruido continuo

Para exposición a ruido, en Colombia, la norma vigente establecida por el Ministerio de Salud toma como límite máximo permisible 85 Db (A) para jornadas diarias de ocho horas de exposición y cuarenta horas a la semana de acuerdo con la siguiente tabla.

**Tabla 7.** Niveles máximos de exposición para ruido continuo según el Ministerio de la Protección Social Colombia

| Nivel de exposición a ruido en Db. (A) | Tiempo de exposición permisibles Minutos/ día |
|--|---|
| 85                                     | 480   |
| 90                                     | 240   |
| 95                                     | 120   |
| 100                                    | 60  |
| 105                                    | 30  |
| 110                                    | 15  |
| 115                                    | 7.5   |

Fuente: adaptado según Ministerio de la Protección Social (2006, p. 47-49).

Para valores diferentes a la tabla anterior, se utiliza la siguiente relación:

$$T=8$$

n- 85= tiempo permitido en horas

n = nivel de exposición en dB A

### Métodos de control del ruido industrial

El ruido, como cualquier otro agente de riesgo, debe controlarse en la fuente y en el medio.

En el primer nivel, es decir en la fuente que lo genera, debe controlarse porque a la vez que protege al trabajador en forma directa del ruido que produce la máquina, lo hace también con cualquier tipo de persona que tenga acceso al ambiente laboral. Este es el método de control ideal, sin embargo, en la mayoría de veces resulta demasiado costoso o conlleva una serie de dificultades técnicas y financieras que hacen imposible su aplicación.

El segundo nivel es el control en el medio, en este caso, una vez que se ha generado el factor de riesgo, se pretende que este llegue al menor número de trabajadores posible y si este control es insuficiente, como última instancia se acude al uso de elementos de protección para el trabajador, estos únicamente van a proteger al trabajador que los utiliza, y, por consiguiente, el ruido va a afectar a quienes no los utilizan.

Debe tenerse en cuenta que este tipo de elementos de protección personal pueden causar incomodidad a la persona y requieren de educación y motivación, para que los trabajadores las acepten. Por lo tanto deben utilizarse como última instancia, cuando es imposible implementar los controles.

A continuación se enumeran algunas medidas de control para ruido industrial.

### **En la fuente**

- Sustitución de procesos, por ejemplo, soldar en vez de remachar.
- Reemplazo de máquinas ruidosas por otras modernas.
- Reducción de la transmisión sonora a través de los sólidos, mediante el uso de montajes flexibles, encerramiento de máquinas ruidosas con poliuretano, secciones de tela en conductos y pisos de caucho.
- Reducción del ruido producido por flujo gaseoso, mediante silenciadores ventiladores que disminuyan turbulencia, disminución del flujo del aire y reducción de la presión.
- Uso de amortiguadores en las piezas de las máquinas.
- Mantenimiento preventivo de equipos y herramientas.

### **En el medio**

- Disminuir la transmisión del ruido a través del aire, con la utilización de materiales absorbentes como pantallas de icopor, caucho o corcho.
- Uso de cabinas cuando existen varios focos de ruido. Mediante este método se puede encerrar al trabajador en una cabina construida con materiales absorbentes del ruido como fibra de vidrio, polietileno y corcho. Es preferible que estas cabinas tengan forma octogonal para reducir el efecto producido por la reflexión de las ondas sonoras.
- Planificación de la producción para disminuir el número de trabajadores expuestos a ruido.
- Elaborar los trabajos que ocasionen mayor ruido en las horas en las que hay menor cantidad de personas expuestas.

### **Uso de elementos de protección personal**

Si han fracasado los sistemas de control en la fuente y en el medio, se recurrirá al uso de protectores auditivos. El éxito de estos implementos depende de la motivación y la educación que se dé al trabajador, para promover su uso correcto, y para lograrlo se requiere un programa de supervisión y dirección que incluya la explicación clara acerca de los beneficios que el trabajador va a recibir.

Los dispositivos protectores personales son barreras acústicas que reducen la cantidad de energía sonora transmitida a través del conducto auditivo externo, hasta el oído medio e interno.

Se pueden clasificar en cuatro grupos (Lehnhardt & Giovanniello, 1992):

- **Encerramiento:** son protectores que encierran totalmente la cabeza. Ejemplo: los cascos, que proporcionan atenuación entre 35 y 40 dB.
- **Inserción auricular:** son más conocidos como tapones, son baratos pero su vida útil es corta. Existen de muchas formas y materiales, presentan el inconveniente de sensibilizar la piel produciendo reacciones alérgicas. Pueden ser de tres categorías, moldeables, moldeado a la medida del canal auditivo de cada trabajador y premoldeado.
- **Superauriculares:** este tipo de protectores auditivos sellan la abertura externa del canal auditivo sin introducirse en este, se sujetan a la cabeza mediante una banda elástica.
- **Circunauriculares:** generalmente se denominan orejeras y consisten en dos copas que cubren totalmente la oreja y se adhieren a la cabeza mediante una almohadilla; se mantienen en posición a través de un sostén elástico o una diadema metálica.

- **Vibraciones**

**Definición:** se pueden definir como cualquier movimiento que hace el cuerpo alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular, como el de un peso en el extremo de un resorte. La vibración que se experimenta por el contacto con la maquinaria es compleja y regular y es necesario descomponerlo en partes sencillas para controlar sus efectos (White, 2010 p. 43).

**Características:** la frecuencia y la intensidad. La frecuencia indica la velocidad del movimiento en ciclos por segundo o hercios. En las vibraciones, esta característica se conoce como movimiento sinusoidal. La intensidad de la vibración puede medirse de forma variada, aunque la amplitud o aceleración es la que más se utiliza, esta se expresa en unidades normales de distancia como pulgadas, pies, centímetros o milímetros y es la distancia máxima que se aleja un cuerpo de su posición inicial; en la actualidad es más común expresar la intensidad en términos de la aceleración del cuerpo cuyas unidades son metros por segundo o unidades g; cada g equivale a  $9.81 \text{ m/seg}^2$ , y es la aceleración que necesita un cuerpo antes de vencer la fuerza de gravedad y levantarse de la superficie de la tierra. Para hacer la medición, se usa un sensor de aceleración pequeño, llamado acelerómetro, el cual se coloca en el cuerpo que vibra.

Cada uno de estos parámetros está relacionado; por lo tanto, la aceleración en unidad es:

$$g = \frac{4\pi^2 f^2 a}{981 \text{ cms.}}$$

Donde:  $\pi = 3.1415297\dots$

f= Frecuencia de la vibración

a=Amplitud de la vibración en cm.

La dirección de la vibración se define en términos de tres coordenadas: anterior-posterior (x), (y) y vertical (z).

Para un ser humano estas coordenadas pasan a través de su tórax en la región del corazón y están relacionadas con la espalda, el pecho, los costados, los pies y la cabeza. Esto significa que las direcciones físicas de movimiento para un trabajador recostado son diferentes que para uno que está de pie (ver Figura 6).

### **Efectos de la vibración para la salud**

Dependen del tiempo de exposición diario real, variaciones de la frecuencia, intensidad de los estímulos vibratorios, uso de varios tipos de materiales y susceptibilidad individual. Cuando se excita cualquier estructura física por la vibración, puede amplificar la intensidad de la movilidad inducida, si se da en la frecuencia de resonancia de la estructura, y la atenúa en las otras.

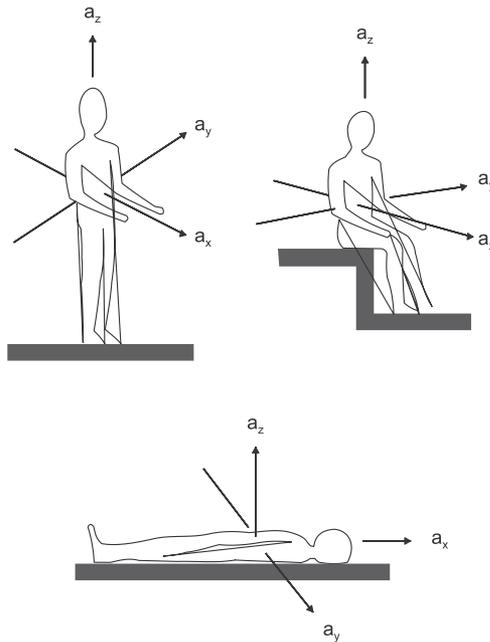
Como el cuerpo humano es una estructura muy compleja que se compone de diferentes órganos, huesos, articulaciones y músculos, cada parte tiene frecuencias de resonancia distinta, por lo tanto, el daño estructural debido a la amplificación de la vibración puede ocurrir de repente si el cuerpo vibra como consecuencia de estimulaciones, de vibraciones fuertes con frecuencias cercanas a las resonantes; sin embargo, estas se ven afectadas por la consistencia de los músculos (blandos), las dimensiones de los huesos y la cantidad de tejido adiposo.

El daño para la salud que puede causarse por medio de la vibración mecánica tiende a ubicarse en una de dos categorías. La primera contiene los cambios que pueden atribuirse directamente a la frecuencia de vibración, que ocurre como consecuencia de las diferentes estructuras corporales que son excitadas a sus frecuencias de resonancia o cerca de ellas. Los efectos de la segunda muestran dependencias menos obvias de la frecuencia y están más relacionadas con el impacto de los estímulos sobre el cuerpo, esto es con la intensidad y la duración de las vibraciones

#### **- Efectos para la salud dependientes de la frecuencia**

Las lesiones causadas por la frecuencia de vibración ocurren después de exposiciones prolongadas a los estímulos vibrantes, sobre todo en los rangos de frecuencia más altos.

Muchos de los instrumentos que pueden causar estos efectos incluyen máquinas industriales, martillos cinceladores, desarmadores, remachadoras, perforadores de carreteras, rompedores de roca y los serruchos de cadena de los madereros. Ejemplos de alguno de estos efectos se muestran en la Tabla 8.



**Figura 6.** Dirección de las vibraciones para medir las aceleraciones

Fuente: Osborne (1996)

**Tabla 8.** Algunos de los efectos dependientes de la frecuencia de la vibración

| Efecto   | Nivel           | Frecuencia en Hz |
|--|-----------------|------------------|
| Mareo, náuseas y vómitos   | Baja frecuencia | Menores a 2      |
| pueden causar (dependiendo siempre del tiempo de exposición) dolor abdominal y/o (sic) lumbar, alteraciones digestivas, dolor de cabeza, problemas de sueño, interferencia en el habla, visión borrosa | Baja frecuencia | 2 y 20           |
| Pueden causar problemas a nivel de todo el organismo enfermedad de Raynaud   | Alta frecuencia | Mayores a 20     |

Fuente: Osborne (1996)

La mayoría de los informes de lesiones indican que el daño ocurre en el sistema circulatorio periférico y en los sistemas nerviosos de la parte expuesta del cuerpo. La vibración intensa de las herramientas de mano puede transmitirse a los dedos, manos y brazos del operario tanto desde las manivelas de las máquinas, como desde las estructuras que son sostenidas o balanceadas por la mano y que vibran por el instrumento.

Los síntomas usualmente incluyen adormecimiento intermitente y torpeza de los dedos, palidez de alguna parte de los miembros superiores e inferiores y pérdida temporal del control muscular en las partes expuestas del cuerpo. Estos síntomas normalmente reciben el nombre de enfermedad de los dedos blancos o enfermedad de Raynaud, el alivio de todos o algunos de estos síntomas ocurre después de un descanso prolongado de la exposición a los estímulos de vibración, aunque existe mucha posibilidad de que reaparezcan con exposiciones periódicas.

#### **- Efectos en la salud dependientes de la intensidad**

Los efectos dependientes de la intensidad de la vibración ocurren principalmente como resultado del choque de las partes del cuerpo al moverse unas contra otras; además los grandes órganos traccionan los ligamentos que las soportan y también es posible que los tejidos delicados se quiebren por presión y se produzcan lesiones estomacales, renales y alteraciones de las regiones lumbar y torácica de la columna vertebral por la resonancia o por el daño a través de la intensidad de las percepciones. El número y la severidad de los casos se incrementan en forma proporcional con la duración de la exposición. A estímulos verticales cuyas intensidades estén comprendidas entre los 4 y los 10 Hz se producen dolores de pecho, osteomusculares y abdominales.

La vibración puede degradar el control motor ya sea de alguno de los miembros o de los globos oculares, porque se presentan dificultades para la fijación y visión borrosa, con imágenes confusas que dificultan detectar los detalles de los objetos. Esto puede presentarse en las siguientes situaciones: si el objeto vibra y el trabajador se halla estacionario; si el trabajador vibra mientras el objeto permanece estacionario y si tanto el objeto como el trabajador vibran.

Si el objeto es el que vibra, el grado de distorsión de la imagen depende de la frecuencia de la vibración. En frecuencias bajas, menores de 1Hz, los ojos son capaces de compensar los movimientos y producir imágenes estables. Las frecuencias que definitivamente causan alteración de la visión están comprendidas entre los 3 y 4 Hz.

Cuando es el trabajador el que vibra, los efectos visuales suelen ser similares a los producidos por la vibración del objeto. A frecuencias menores de 3Hz, el cuerpo en su totalidad se mueve en concordancia con el movimiento de vibración; así la cabeza y los ojos se mueven de manera similar. A frecuencias más altas, la cabeza y los ojos posiblemente resuenen y por lo tanto se produce un efecto de borrosidad bastante fuerte.

A nivel del desempeño motor, si el trabajador es capaz de compensar el movimiento es posible que sienta fatiga. Las frecuencias que afectan el desempeño motor se hallan entre los 4 y 5 Hz, con disminución en el desempeño a medida que aumenta la frecuencia.

### **Métodos de control**

Se debe reducir la energía vibratoria que se transmite a los dedos de las manos, mediante el uso de almohadillas, y la que puede afectar el cuerpo, con el mantenimiento preventivo de las diferentes máquinas con las que debe estar en contacto el trabajador por ejemplo, los tractores (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

- **Presiones anormales**

**Definición:** es el resultado de la presión constante causada por el choque de moléculas cinéticamente móviles contra una superficie. Por lo tanto, la presión de un gas que actúa sobre las vías respiratorias y los alvéolos es proporcional a la fuerza, sumada al efecto de todas las moléculas que chocan contra una superficie en un momento determinado. Esto significa que la presión total es directamente proporcional a la concentración de las moléculas del gas. La presión parcial de un gas es la magnitud de difusión de cada uno de los gases, la cual es proporcional a la presión producida por el gas aislado (Guyton, 2010).

A nivel del mar (0 m de altura), la presión atmosférica es de 760 mm de Hg, a medida que aumenta la altura, la presión barométrica disminuye, lo que se denomina hipopresión. En esta, baja la concentración de oxígeno, gas carbónico y nitrógeno. Por el contrario, cuando se va bajando del nivel del mar, se presenta un aumento de la presión atmosférica, lo cual se conoce como hiperpresión; en esta aumentan las concentraciones de oxígeno, gas carbónico y nitrógeno.

### **Ø Presiones bajas. Hipoxia**

Cuando se asciende a 3000 metros sobre el nivel del mar, la presión barométrica es de 523 mm de Hg, y a 1500 metros es de 87 mm de Hg. Esta disminución es la causa básica de todos los problemas de disminución de oxígeno en las grandes alturas, pues cada vez que disminuye la presión, disminuye el oxígeno.

La presión parcial de oxígeno en aire seco a nivel del mar es de 159 mm de Hg, puede disminuir cuando hay mucho vapor de agua. A 3000 metros es de 110 mm de Hg, y a 6000 metros es de 73.

Cuando la presión de oxígeno atmosférico disminuye con la altura, la presión de oxígeno alveolar también disminuye, por efecto del bióxido de carbono y del vapor de agua sobre el

oxígeno alveolar. A mayor altura, la sangre pulmonar sigue excretando gas carbónico a los alvéolos, así mismo se evapora agua hacia el espacio alveolar desde la superficie respiratoria; por lo tanto, estos dos gases diluyen el oxígeno y el nitrógeno que se encuentra en los alvéolos por lo que disminuye la concentración de oxígeno. La presión alveolar decrece a grandes alturas, lo que determina la saturación de la hemoglobina.

## **Efectos**

La intensidad de la ventilación pulmonar no suele aumentarse hasta que se alcanza una elevación de 2500 a 3600 metros. En estas condiciones, los efectos son: somnolencia, astenia o disminución de la actividad, cefalea, fatiga mental y a veces estados eufóricos, los cuajes aumentan con la altura hasta llegar a la disminución de la capacidad mental pasando los 3600 m.

Cuando el individuo ha desarrollado hipoxia intensa, llega al estado de coma, el centro respiratorio puede deprimirse en unos cuantos minutos, debido al déficit metabólico, produciéndose la muerte.

## **Aclimatación a la hipoxia**

Los medios por los que se logra la aclimatación a la hipoxia son:

- Aumento de la ventilación pulmonar hasta en un 65 %, lo cual eleva la captación de oxígeno y disminuye el gasto cardíaco.
- Aumento de la hemoglobina para facilitar el transporte de oxígeno.
- Elevación de la capacidad difusora de los pulmones.
- Incremento de la irrigación vascular en los tejidos.
- Aumento de la capacidad celular para aprovechar el oxígeno.

## **Ø Mal de montaña crónico**

Un trabajador, cuando labora en grandes alturas sin previa adaptación (aclimatación), puede presentar el mal de montaña crónico, que tiene los siguientes efectos:

- Aumento del volumen de glóbulos rojos y hematocrito.
- Aumento de la presión arterial central.
- Dilatación de las cavidades derechas del corazón.
- Disminución de la presión arterial periférica.
- Insuficiencia cardíaca congestiva.
- La muerte, si no desciende a menores alturas.

## Ø Mal de montaña agudo

Los trabajadores que ascienden con rapidez a gran altura, se enferman si no se les administra oxígeno o se trasladan a una altura menor en poco tiempo. Los signos y síntomas empiezan en unas cuantas horas o máximo en dos días después del ascenso, con la siguiente sintomatología:

- Edema cerebral agudo producido por la vasodilatación cerebral, que es el aumento del diámetro de las arterias, lo cual produce fuga de líquido hacia el tejido cerebral. Con frecuencia, el afectado presenta desorientación.
- Edema pulmonar agudo. Se presenta por el aumento de la presión intraalveolar, la cual desplaza líquido hacia el tejido extracelular.

## Ø Presiones altas

Cuando un trabajador desciende en el mar o excava túneles, la presión a su alrededor aumenta en forma considerable. Para evitar que sus pulmones entren en colapso se debe administrar aire a presión elevada, lo que expone a la sangre de los pulmones a presiones de gases alveolares bastante altas, lo que se conoce como hiperbarismo, alteración que se caracteriza por modificaciones en la función respiratoria y colapso de los tejidos blandos y espacios huecos del cuerpo, lo que causa el barotrauma, por la expansión o contracción de los espacios. Esto puede producirse durante la descompresión en el ascenso o la compresión en el descenso.

Los efectos a nivel respiratorio son los siguientes:

### *Narcosis*

Los gases a los que está expuesto el trabajador a presiones atmosféricas altas son oxígeno, nitrógeno, y gas carbónico. Cuando aumenta la concentración de nitrógeno, se presenta la narcosis y empieza a manifestarse a 37 metros de profundidad, el trabajador empieza a presentar jovialidad y a perder compostura; de 50 a 60 metros empieza la somnolencia, y de 65 a 75 metros sus fuerzas disminuyen considerablemente y muchas veces es incapaz de realizar los trabajos que se le piden, de 76 metros en adelante, cuando se encuentra a 8.6 atmosferas de presión, se vuelve inútil debido a la modificación de la transferencia de la carga eléctrica neuronal por alteración de las membranas neuronales por efecto del nitrógeno.

### *Toxicidad del oxígeno*

Cuando la presión parcial de oxígeno aumenta, la cantidad de oxígeno disuelta en la parte líquida de la sangre aumenta de manera notable, sin estar unido a la hemoglobina. Esto produce una disminución del oxígeno funcional.

### ***Toxicidad con gas carbónico***

Cuando hay acumulación, el volumen respiratorio aumenta, el centro respiratorio empieza a deprimirse, además se sufre acidosis respiratoria y narcosis.

### ***Efectos del helio***

El helio se utiliza porque es menos narcótico que el nitrógeno, sin embargo, si el trabajador desciende a 150 metros, empieza a presentar un síndrome nervioso por presión alta que se caracteriza por temblor, a 210 metros somnolencia y a 300 falta de coordinación.

El trabajador debe descomprimirse en forma lenta, después de estar expuesto a gran presión, debido a que el gas se encuentra saturado en la sangre y este, como no es metabolizado por el cuerpo, permanece disuelto, hasta que la presión de nitrógeno disminuya y pueda ser eliminado por el proceso respiratorio.

Si el trabajador asciende en forma rápida, se presenta la enfermedad por descompresión, denominada disbarismo. Los síntomas son: dolor de miembros superiores e inferiores, vértigos, parálisis, disnea, fatiga, dolor intenso generalizado y colapso con pérdida de conocimiento, debido a que las burbujas de nitrógeno en la sangre pueden causar embolia gaseosa, el aire taponan los vasos sanguíneos más pequeños y produce disminución de la irrigación y oxigenación de los tejidos, lo cual lleva a la muerte (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

### **Métodos de control**

Para prevenir los efectos de la exposición a presiones bajas, es importante:

- Acclimatación a presión de oxígeno baja, haciendo que la persona ascienda a grandes alturas durante varios días, semanas o años, en forma gradual, lo cual permite ir mejorando su capacidad de trabajo en forma paulatina.
- Presurización de la atmósfera de los aviones, para que dentro de estos exista una atmósfera y climas artificiales conservando concentraciones de oxígeno elevadas y de gas carbónico bajas para prevenir la sofocación. Así mismo debe mantenerse la concentración necesaria de nitrógeno para prevenir el incendio y la explosión.

Para prevenir los efectos de la exposición a presiones altas:

- Descompresión lenta del trabajador. El tiempo está determinado por la profundidad a la que ha estado sumergido y la duración total de la inmersión, lo cual está determinado por tablas de descompresión.
- Empleo del tanque de descompresión. Este es una cámara que permite descomprimir al trabajador en forma lenta, suministrándole los requerimientos de oxígeno necesarios.

Se emplea a nivel del mar cuando es necesario descomprimir al trabajador en forma rápida, por ejemplo cuando ha estado sumergido en aguas contaminadas.

- Para trabajos de inmersión cortos y superficiales se recomienda utilizar helio a cambio de nitrógeno, con el fin de evitar los efectos tóxicos de este.
- Como método de protección personal conveniente emplear el dispositivo para respirar debajo del agua. Puede ser de circuito abierto o cerrado, en el abierto el trabajador respira aire y en el cerrado, oxígeno puro.

## **Radiaciones**

Una radiación es energía que se transmite, emite o absorbe en forma de ondas o partículas de energía. Las ondas electromagnéticas son una forma eléctrica y magnética. Se agrupan de acuerdo con su frecuencia y longitud de onda (Mahecha, 1992). Las medidas utilizadas son:

- El curio: mide la cantidad de material reactivo.
- El roentgen: es la unidad de exposición con respecto al aire.
- El rad: es la unidad de dosis absorbida por el trabajador.

Actualmente la unidad más empleada es el gray (Gy) que equivale a 100 rad.

### **Ø Radiaciones no ionizantes**

Son aquellas del espectro electromagnético que no tienen suficiente energía para desalojar electrones de la materia. Dentro de las radiaciones no ionizantes las más comunes son:

**Infrarrojo:** es la energía comprendida de la luz visible a 750 nm hasta el nivel de las microondas a 0,3 cm. Se da en lugares en que la temperatura es mayor a la del receptor. Sus principales usos son: secado y horneado de pinturas, lacas, tintas de imprenta, barnices y adhesivos, calentamiento de partes metálicas para ajuste o ensamble, soldadura fuerte o ensayos de radiación, deshidratación de textiles, papel, cuero, carnes, vegetales y piezas de cerámica. La radiación de 5000 nanómetros (nm) a 0,3 cm, se percibe como una sensación de calor en la piel y si es de 750 a 1500 nm, produce quemaduras agudas de la piel y eleva la pigmentación. La exposición excesiva produce cataratas por calor.

Los valores límites permisibles dependen de la longitud de onda y la superficie expuesta.

La dosis máxima permitida es de 0.4 vatios (w)/cm<sup>2</sup> y la exposición a la longitud de onda mayor a 770 nm debe ser de 10 mw/cm.

Una radiación infrarroja sobre los ojos de 4 a 8w/cm<sup>2</sup> produce lesión de la córnea.

Como método de prevención, los trabajadores expuestos deben utilizar máscaras y gafas protectoras (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

**Ultravioleta:** es la radiación que se ubica entre el espectro de luz visible y los rayos X, su longitud de onda varía entre 400 a 300 nm; de 300 a 200 nm y de 200 a 4 nm. Sus principales usos son: para aumentar el arco de soldadura eléctrica en la industria, en la empresa bancaria para las marcas de identificación. Otros usos son: iluminación de paneles, elaboración de comerciales, investigación judicial y esterilización de agua, aire, alimentos e instrumental quirúrgico.

Los valores límites permisibles dependen del tiempo de exposición, como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Valores límites permisibles para radiación ultravioleta de acuerdo con el tiempo de exposición

| Tiempo de exposición (minutos) | Irradiación efectiva permitida (mw/ cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|---|
| 480                            | 0.1   |
| 240                            | 0.2   |
| 120                            | 0.4   |
| 60                             | 0.8   |
| 30                             | 1.7   |
| 15                             | 3.3   |
| 10                             | 5.0   |
| 5                              | 10.0  |
| 1                              | 50.0  |

Fuente: Ortega (1994)

**Microondas y ondas de radar:** son radiaciones electromagnéticas que se extienden aproximadamente entre 10 y 300.000 MHz, se propagan por la atmósfera a partir de antenas asociadas a televisión, frecuencia modulada y radar.

El efecto de este tipo de energía sobre el cuerpo humano es térmico. Las longitudes de onda mayores penetran la piel y llegan a calentar músculos superficiales. Las partes del cuerpo más sensibles a este tipo de radiaciones son: testículos, ojos, vesícula biliar y tracto gastrointestinal. Las placas de metal incrustadas en el cuerpo tienden a concentrar estas radiaciones.

En general, cuanto mayor sea la longitud de onda, mayor será el peligro para la salud. La exposición a microondas durante un tiempo prolongado puede provocar un aumento intolerable de la temperatura y lesión localizada.

La exposición a niveles bajos de radiación de microondas no produce efectos secundarios, pero las sobredosis a altos niveles producen cataratas y lesiones en los órganos reproductivos.

Los peligros de las señales de radar al presentarse una exposición directa, son:

- Radiación X por tubos de alto voltaje.
- Radiactividad proveniente de activadores usados para colocar en marcha el radar.
- Calentamiento del cuerpo causado por radiación electromagnética.
- Intoxicación por gases contenidos en algunas ondas.
- Peligros eléctricos relacionados con equipos de alto voltaje.
- Riesgo de incendio.

Las medidas de precaución para tener en cuenta en el uso de microondas son:

- Verificar el perfecto funcionamiento de las instalaciones y dado el caso de anomalías, desconectar la unidad y hacerla revisar técnicamente.
- Para el radar, no exponerse al rayo en forma directa, en caso necesario, hacerlo por el tiempo mínimo requerido. Desconectar los sistemas en caso de reparación de equipos. Las salidas del radar deben ser amortiguadas por un sistema que absorba la energía e impida su propagación por un determinado territorio.

Los valores límites permisibles para exposiciones a energía de ondas continuas, no debe ser superior a 10 mw para un tiempo de exposición total de 8 h.

Los niveles de exposición a ondas de máxima longitud son hasta de 25 mw/cm por un tiempo de 6 minutos. En ningún caso es permisible la exposición a ondas de más de 25 mw/cm.

**Rayo láser:** es una radiación luminosa de intensidad alta, de una sola longitud de onda. Los tipos de láser más conocidos son:

- **En cristal de rubí:** tiene una longitud de onda operativa de 6943 ångström, es de tipo sólido y genera una energía de 100.000 vatios.
- **Láser gaseoso:** el más usado es el de helio y neón. Tiene una longitud de onda operativa de 6328 ångström, genera 0.2 vatios.
- **Láser por inyección:** utiliza un cristal semiconductor que puede alcanzar niveles de energía peligrosa.

La utilización de los rayos láser es muy variada, pueden aplicarse a nivel industrial como en la construcción en operaciones de dragado, construcción de túneles, tendidos de cañerías y agrimensura, debido a que permiten tomar distancias con gran precisión. En medicina se aplica en cirugías de retina y para tratar la litiasis renal; en comunicaciones para transmisión de señales.

Los peligros que conlleva la utilización del rayo láser dependen de los siguientes factores:

- Tipo de láser: son más peligrosos los de estado sólido.
- Equipo utilizado: por ejemplo, algunos gases que se generan al emitir el láser pueden ocasionar quemaduras cutáneas e incluso incendios.
- Frecuencia de exposición.
- Duración y exposición directa o indirecta.
- Reflexiones: depende de si algún reflejo del rayo llega a los trabajadores que operan el equipo.

### **Métodos de control**

- A nivel preventivo no se deben descuidar los equipos emisores de láser mientras estén en funcionamiento.
- Cuando se emite el rayo deben usarse obturadores o tapas para darle una única dirección.
- Se debe orientar al personal sobre los riesgos de la exposición y la importancia de evitar exposiciones innecesarias.
- El personal expuesto a rayos láser debe someterse a revisión ocular en forma periódica.
- Deben colocarse letreros de advertencia, indicando el no mirar dentro del área de emisión del rayo ni en lugares de reflexión del mismo.
- No debe visualizarse el rayo directamente. Si se debe hacer, es necesario utilizar un medio de amortiguación.
- Se debe practicar un cuidadoso examen médico a los integrantes del equipo de trabajo (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

### **Ø Radiaciones ionizantes**

Son radiaciones electromagnéticas o de partículas capaces de producir iones o indirectamente o por interacción con la materia, causan desprendimiento de electrones, lo que va a dejar el átomo ionizado con carga positiva.

Los tipos de radiación ionizante más comunes son:

- Partículas alfa: son emitidas por el núcleo de átomos radiactivos y producen una ionización de intensidad alta. Pueden ser detenidas por una hoja de papel o por la capa de células muertas de la piel. Por lo tanto, la radiación alfa no es un peligro interno.
- Partículas beta: son partículas pequeñas emitidas por el núcleo de átomos radiactivos. Poseen una penetración suficiente como para producir quemaduras en la piel y constituirse en un peligro interno.
- Neutrones: se producen por emisiones secundarias de un neutrón con otros rayos alfa o beta, producen daño tisular; por lo tanto el peligro para la salud se deriva de la capacidad para liberar radiación secundaria.

La exposición de seres humanos a los neutrones ocurre cerca de reactores y fuentes diseñadas para producir neutrones, como son:

- Rayos X: generalmente son producidos en aparatos de rayos X. Son altamente potentes, se emplean para producir fotografías cuando el objeto es más denso.
- Rayos gamma: son emitidos por el núcleo de átomos radiactivos altamente potentes y constituyen un peligro extremo de exposición.

Los rayos, una vez entran al cuerpo, son absorbidos, metabolizados y distribuidos en los tejidos y órganos. Sus efectos dependen del tipo de radiación y del tiempo que permanezca en contacto con el cuerpo. La radiación se evalúa de acuerdo con los efectos sobre los tejidos vivos, en los que destruye la capacidad de reproducción en algunas células induciendo a la mutación.

Los efectos producidos por las radiaciones ionizantes pueden ser somáticos, los que producen lesiones a los individuos, y genéticos, los que producen alteraciones que se transmiten a generaciones futuras.

El período latente es el tiempo que transcurre entre la exposición y los primeros signos de daños. Cuanto mayor sea la dosis, más corto será el período de latencia.

El uso de radiaciones con fines terapéuticos permitió determinar efectos como enrojecimiento en la piel, dermatosis, cáncer de piel, pérdida del cabello e inflamación ocular.

Algunos de los efectos producidos por las radiaciones se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Efectos producidos por las radiaciones

| <b>Nivel de daño</b> | <b>Efecto importante</b>                                      |
|----------------------|---|
| Molecular            | Macromoléculas, DNA, RNA con alteración en ciclos metabólicos |
| Subcelular           | Daño en la membrana celular                                   |
| Celular              | Inhibición de la división celular                             |
| Organismo            | Producción de cáncer y muerte                                 |
| Población            | Mutaciones genéticas y cromosomales                           |

**Fuente:** Cascón (2009, p. 123-128).

Los efectos dependen de la cantidad y distribución de la dosis, la fragmentación de esta, la energía de la radiación, la edad, porque el efecto es mayor en el embrión, el niño y el joven; de factores químicos, porque unos protegen y otros sensibilizan; de la sensibilidad tisular, que es mayor en médula ósea, testículos y mucosas gástricas.

Los instrumentos empleados para el control son: dosímetro fotográfico, detectores de termoluminiscencia, dosímetro de bolsillo y cámara de ionización. Estos aparatos tienen la capacidad de absorber la cantidad de radiación ya sea imprimiéndola en la película o ionizándola.

### **Medios de control**

**En la fuente:** se pueden mencionar: mantenimiento preventivo y periódico de los equipos de rayos X. En estos se debe revisar la integridad de la carcasa de plomo que recubre el aparato, al igual que el colimador y los sistemas de refrigeración; la protección adecuada de las fuentes productoras de radiación, como las de radio y cobalto.

**En el medio:** se deben establecer programas de detección y medición de radiaciones, inspección de contaminaciones y eliminación de residuos, señalización de las áreas productoras de radiación, colocación de barreras protectoras, mediante recubrimientos con plomo o instalación de hormigón.

- **Temperaturas extremas**

La respuesta del hombre a la temperatura ambiental, depende primordialmente de un equilibrio muy complejo entre su nivel de producción de calor y su nivel de pérdida de calor. El calor que resulta del metabolismo natural del cuerpo, en especial durante el trabajo, mantiene el cuerpo a una temperatura superior a la que lo rodea en el ambiente común.

Al mismo tiempo, el calor se pierde constantemente por la radiación, la convección y la evaporación, de manera que en condiciones normales de descanso, la temperatura del cuerpo se mantiene entre 36.1 y 37.2 grados centígrados.

El equilibrio térmico del cuerpo es mantenido por un sistema de autorregulación, controlado por el hipotálamo, cada vez que el cuerpo necesita perder calor, el centro termorregulador, localizado en el hipotálamo, hace que se dilaten los vasos sanguíneos, que las glándulas sudoríparas produzcan un aumento de sudor, que se incrementa el ritmo de la respiración y que disminuya el metabolismo del cuerpo.

En condiciones de frío, cuando el cuerpo necesita mantener o generar calor, el centro termorregulador hace que los vasos sanguíneos se constriñan y que la sangre se desplace de la periferia a los órganos internos, produciéndose un color azulado y una disminución de la temperatura en las partes distales del cuerpo. Así mismo, se incrementa el ritmo metabólico mediante actividades incontroladas de los músculos, denominadas escalofríos.

En algunos casos, este sistema de autorregulación es inadecuado y el cuerpo pierde o gana más calor del que necesita. Cuando esto sucede, dependiendo de la cantidad de calor que se gane o se pierda, se puede llegar a una reducción en el desempeño, un daño en la salud e incluso la muerte. Por lo tanto, cualquier análisis de las condiciones termales a las que se halla expuesto el trabajador debe hacerse por separado, evaluando los efectos del calor y del frío (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

En la primera parte de este tema se estudian los efectos que tiene el calor en la salud, y en la segunda, los efectos del frío.

### Ø **Exposición al calor**

Un trabajador expuesto a altos niveles de calor radiante o dirigido puede llegar a sufrir daños en su salud de dos maneras: en la primera, la temperatura alta sobre la piel, superior a 45 grados centígrados, puede quemar el tejido. Este efecto se percibe en forma inmediata y mientras el trabajador pueda reaccionar, el dolor hace que retire la parte expuesta de la piel. Temperaturas 1.6 grados centígrados por encima de los parámetros normales de 36.7 a 37 grados centígrados, menoscaban sensiblemente el rendimiento. Si se excede de 2.7 grados centígrados existe un peligro para la salud, cuando el sistema termorregulador del organismo falla.

Los efectos claves de una temperatura elevada ocurren si la temperatura profunda del cuerpo se incrementa a más de 42 grados centígrados, es decir, se aumenta en más o menos 5 grados. En esta situación puede presentarse de repente un inicio de golpe de calor con una pérdida repentina de fuerzas. Si no se trata en forma inmediata con agentes enfriadores, el trabajador puede morir. En algunos casos, la pérdida de la conciencia está precedida por un período corto de debilidad general o de confusión y por una conducta irracional.

Las razones que pueden llevar a hipertermia son:

Condiciones ambientales muy húmedas que ejercen demasiada presión contra la piel, impidiéndole reducir el calor por medio del sudor que se evapora. Se produce un microclima alrededor del cuerpo dentro de la ropa protectora, que se supersatura con agua impidiendo la evaporación.

Por condiciones ambientales demasiado calientes que interfieren el sistema regulador del organismo que intenta contrarrestar los efectos de temperaturas altas, con aumento de la frecuencia de los latidos cardíacos, dilatación de capilares de la piel para llevar mayor cantidad de sangre a la superficie, a fin de incrementar la velocidad de enfriamiento. También puede ser causado por los efectos aislantes de la ropa protectora debido a la impermeabilidad de esta y a sus propiedades de retención de calor.

#### - **Estrés por calor o golpe de calor**

Se produce cuando la temperatura central sobrepasa los 42 grados centígrados, independiente del grado de temperatura ambiental. El ejercicio físico extenuante puede causar este golpe de calor, si el nivel de calor metabólico liberado por el esfuerzo es mayor que la habilidad del cuerpo para deshacerse de su exceso.

El golpe de calor tiene más posibilidad de afectar a trabajadores jóvenes, que desarrollan un trabajo pesado como un entrenamiento militar o atlético.

#### - **Convulsiones con sudoración profusa**

Pueden ser provocadas por una exposición a temperaturas altas durante un período prolongado, en especial si está acompañado de ejercicio físico pesado con pérdida excesiva de sal y agua. Aun si la pérdida de agua es reemplazada mediante ingestión, la pérdida excesiva de sal puede provocar estas convulsiones o el agotamiento (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

#### - **Agotamiento por calor**

Es el resultado de ejercicio físico en un ambiente caliente. Sus signos son: temperatura regularmente elevada, palidez, pulso aumentado, mareos, sudoración profusa y piel fría y húmeda.

#### • **Mediciones de calor en el medio ambiente**

En el estudio del estrés calórico las variables que se deben tener en cuenta son: energía metabólica producida por el organismo, movimiento y temperatura del aire, humedad, calor radiante y velocidad del movimiento del aire.

### - **Energía metabólica producida por el organismo**

El proceso metabólico hace que el cuerpo produzca calor durante el descanso así como durante el trabajo. El calor metabólico generado por una persona promedio sentada tranquilamente es aproximadamente igual al de una lámpara de 100 vatios. Para permanecer a una temperatura constante, este calor metabólico debe ser eliminado transfiriéndolo al ambiente, para lo cual se requiere aumentar o disminuir las velocidades de flujo calórico de las superficies del cuerpo, tal como se observa en la Figura 7.

### - **Movimiento y temperatura del aire**

Se mide con algún tipo de anemómetro y la temperatura con un termómetro al que se le llama termómetro de bulbo seco (ver Figura 8).

La temperatura de bulbo seco es la temperatura del aire registrada por un termómetro de vidrio con mercurio común protegido de fuentes de energía radiante directa.

### - **Contenido de humedad del aire**

Se mide generalmente en un sigrómetro, que informa las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo. El término 'bulbo húmedo' se emplea generalmente para medir la temperatura obtenida recubriendo con un paño húmedo el bulbo de mercurio de un termómetro corriente. La evaporación de la humedad en el paño, hasta el punto en que el contenido de humedad del aire que lo rodea se lo permita, enfriará el termómetro a una temperatura inferior a la registrada en el bulbo seco. Las lecturas combinadas de los termómetros de bulbo seco y húmedo se usan para calcular el porcentaje de humedad relativa, el contenido de humedad absoluta del aire y la presión de vapor de agua.

### - **Movimiento y temperatura del aire**

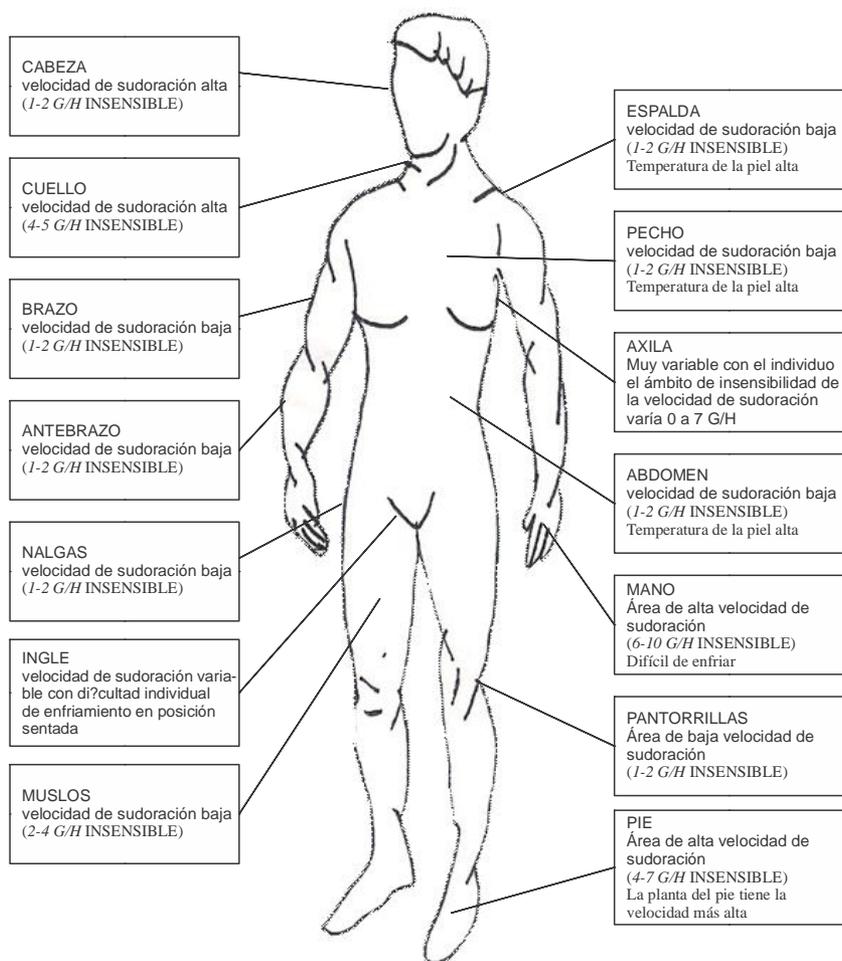
Se mide con un anemómetro y la temperatura con un termómetro al que comúnmente se le llama termómetro de bulbo seco (ver Figura 8). La temperatura de bulbo seco es la temperatura del aire registrada por un termómetro de vidrio con mercurio común protegido de fuentes de energía radiante directa.

### - **Calor radiante**

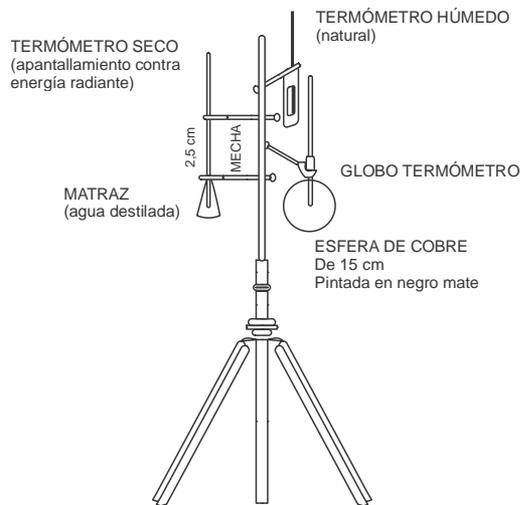
Es una forma de energía electromagnética similar a la luz, con mayor longitud de onda. Su energía es absorbida por cualquier objeto que se le interponga calentando personas, paredes,

máquinas o cualquier objeto sobre el que tropieza. Ejemplo, el emitido por metales al rojo, llamas al descubierto y el sol (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

Para proteger es necesario colocar resguardos o pantallas opacas entre la persona y la superficie radiante. La medición se realiza con un termómetro de bulbo seco colocado en el centro de un flotador metálico, pintado de negro mate, con la parte superior del tubo del termómetro que sobresalga al exterior a través de un tapón de corcho o de goma. Este dispositivo se conoce con el nombre de termómetro de globo.



**Figura 7.** Necesidades de enfriamiento de las áreas del cuerpo humano a nivel del mar y en reposo  
**Fuente:** Consejo Interamericano de Seguridad (1981).



**Figura 8.** Aparato para medir el estrés calórico de los trabajadores en el medio ambiente  
**Fuente:** Consejo Interamericano de Seguridad (1981).

#### - Velocidad del movimiento del aire

El aire en movimiento enfría el cuerpo por convección al renovar la película de aire o de aire saturado que se forma muy rápidamente por evaporación del sudor y lo reemplaza con una nueva capa de aire, capaz de captar más humedad de la piel. De acuerdo con la velocidad con que se realice este proceso, se perderá mayor o menor temperatura corporal (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

#### Valores límites permisibles

Estos valores se refieren a las condiciones del estrés calórico a las que, se supone, todos los trabajadores pueden estar expuestos en forma reiterada sin sufrir efectos adversos. Están basados en la presunción de que todos los trabajadores están aclimatados, totalmente vestidos y con una provisión de agua y sal suficientes para funcionar en forma efectiva bajo las condiciones de trabajo dadas, sin que la temperatura central del cuerpo exceda los 38 grados centígrados.

Para determinar la ganancia de calor de los trabajadores, es necesario cuantificar los factores ambientales y correlacionarlos con la temperatura central y las respuestas fisiológicas al calor.

El índice de temperatura de globo de bulbo húmedo (TGBH) es la técnica más simple y adecuada para medir los factores ambientales.

Los valores de TGBH se calculan según las siguientes ecuaciones:

Exterior con carga solar

$$TGBH = 0.7 BH + 0.2 TG + 0.1BS \text{ interior o exterior sin carga solar}$$

$$TGBH = 0.7 BH + 0.3 TG$$

Donde

TGBH= índice de temperatura de globo-bulbo húmedo

BH= temperatura de bulbo húmedo

BS= temperatura de bulbo seco

TG= temperatura del termómetro de globo

La determinación de la TGBH requiere del uso de un termómetro de globo negro, un termómetro de bulbo húmedo natural, estático y un termómetro de bulbo seco.

Los valores límites permisibles para la exposición al calor están dados en grados TGBH y se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 11.** Valores límites permisibles de exposición al calor

| Trabajo o régimen de descanso          | Carga de trabajo |          |        |
|--|------------------|----------|--------|
|  | Liviano          | Moderado | Pesado |
| Continuo                               | 30               | 26.7     | 25.0   |
| 75 % trabajo,<br>25 % descanso/hora    | 30.6             | 28.0     | 25.9   |
| 50 % trabajo,<br>50 % de descanso/hora | 31.4             | 29.4     | 27.9   |
| 25 % trabajo,<br>75 % de descanso/hora | 32.2             | 31.1     | 30.0   |

Fuente: adaptado de Mondelo, Torada, Vilella, Uriz & Lacambra (2004).

## Métodos de control

Incluyen métodos de ingeniería, medidas administrativas, laborales o el uso de equipo protector personal.

### De ingeniería

- Empleo de un aumento de ventilación o enfriamiento localizado para reducir la temperatura en el lugar de trabajo.

- Empleo de una ventilación local con extracción, en lugares donde exista una alta producción de calor para eliminar de las áreas de trabajo grandes cantidades de calor perceptible y latente.
- Empleo de enfriamiento por evaporación o refrigeración mecánica para reducir la temperatura del aire suministrado y por lo tanto la temperatura del lugar de trabajo.
- Aplicación de pantallas protectoras para calor radiante o reducción de la temperatura y emisividad de las superficies radiantes generadoras, para reducir el calor radiante.
- Eliminación de las pérdidas de vapor y cobertura de los tanques de vapor, drenajes de agua caliente, para reducir la presión de vapor de agua en el lugar de trabajo.
- Aislamiento, reubicación, rediseño o sustitución de equipo y procesos para disminuir el estrés térmico.
- Uso amplio de instrumentos que economicen trabajo, como herramientas eléctricas para disminuir calor metabólico (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

- **Exposición al frío**

Cualquier enfriamiento significativo del cuerpo o disminución de su temperatura central óptima puede producir riesgos para la salud. Clínicamente se puede decir que un estado de hipotermia existe cuando la temperatura central del cuerpo es cercana a los 35 grados centígrados. Con temperaturas inferiores el riesgo de muerte aumenta por un paro cardíaco.

Cuando el organismo se expone al frío, el sistema de regulación del cuerpo produce calor por medio del aumento de la actividad muscular, que se manifiesta por un aumento en el tono muscular y por los escalofríos. Durante esta etapa el sistema cardiovascular responde al frío por medio de la constricción de los vasos sanguíneos periféricos, lo cual eleva la presión sanguínea.

Si la temperatura interna sigue disminuyendo, el ritmo cardíaco disminuye. Cuando ya no puede compensarse la pérdida de calor durante más tiempo, la temperatura interna desciende hasta cerca de los 30 grados, en forma gradual se detiene el escalofrío reemplazándose por una rigidez muscular.

La tolerancia a la exposición al frío y la susceptibilidad individual varía debido a las características morfológicas, principalmente la distribución del tejido adiposo que actúa como un buen aislante potencializando la vasoconstricción periférica (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

Igualmente, el tamaño y el peso del individuo determinan la pérdida de calor, debido a que este es proporcional a la superficie del cuerpo y a la cantidad de calor que pueda generarse dependiendo del tejido muscular.

### Efectos de la exposición al frío

Cualquier condición de ambiente frío puede inducir a la disminución de la actividad en cinco áreas: sensibilidad táctil, ejecución manual, seguimiento, tiempo de reacción, las cuales se encuentran en las categorías de ejecución motora y cognoscitiva. En la motora son importantes dos factores: la temperatura de las extremidades que se usan y el ritmo de enfriamiento. La temperatura de la extremidad afecta la sensibilidad motora, porque el frío causa la pérdida de la sensibilidad cutánea, cambia las características del líquido sinovial de las articulaciones y produce una pérdida de la fuerza muscular. La ejecución cognoscitiva que es la habilidad para pensar, juzgar y razonar, se disminuye.

Los valores límites permisibles de exposición a temperaturas bajas se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Límites máximos diarios de tiempo para exposición a temperaturas bajas

| Ámbito de temperatura en grados centígrados | Exposición máxima diaria   |
|---|--|
| 0 - 18                                      | Sin límites siempre que la persona esté vestida adecuadamente.   |
| 18 - 34                                     | Tiempo total de trabajo: 4 horas, alternando 1 hora dentro y una hora fuera del área de trabajo.   |
| 34 - 57                                     | Dos períodos de 30 minutos cada uno, con intervalos de por lo menos 4 horas. Tiempo total de trabajo permitido a baja temperatura 1 hora. También períodos de 15 minutos y máximo 4 períodos por jornadas de 8 horas o 1 hora cada 4 con un factor de enfriamiento bajo, por ejemplo sin viento.           |
| 57 - 73                                     | Tiempo máximo permisible de trabajo: 5 minutos durante un día de 8 horas de trabajo. Para estas temperaturas extremas se recomienda el uso de cascos herméticos que cubran totalmente la cabeza, equipados con un tubo respirador que pase por debajo de la ropa hasta la pierna para precalentar el aire. |

Fuente: adaptado de Etxebarria (1998).

## Métodos de control

Aplicación de calor radiante en las manos. La ropa que se utilice debe permitir el mantenimiento de la capa de aire muerto que se encuentra entre el cuerpo y la ropa y el aire externo, lo cual es esencial para mantener el calor del cuerpo (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).

La ropa también debe permitir parcialmente la transpiración, porque la piel húmeda se congelará más rápidamente.

Las partes del cuerpo expuestas al frío, en especial las manos, deben frotarse periódicamente para estimular la circulación.

Ante situaciones inminentes de bajas temperaturas como a las que pueden estar expuestos los trabajadores que laboran al aire libre en las zonas montañosas, deben usar impermeables, ropa de algodón o permanecer dentro de recintos donde dispongan de fuentes de calor.

- **Ventilación deficiente**

Los procesos de producción pueden ir acompañados de la emisión de gases, vapores, polvo o calor que modifican el estado y composición del aire, lo cual puede ser nocivo para la salud y bienestar de los trabajadores y provocar unas condiciones de trabajo incómodas que afectan en forma negativa el rendimiento personal. Las necesidades higiénicas del aire consisten en el mantenimiento de unas condiciones definidas y en el aprovechamiento del aire libre. Para asegurar el bienestar de los trabajadores, las condiciones del aire respirable deben ajustarse al tipo de trabajo que se vaya a efectuar: ligero, medianamente pesado y pesado.

## Causas de contaminación del aire respirable

Existen muchas causas por las que el aire de un lugar de trabajo se transforma en viciado o irrespirable. Algunas de ellas son las siguientes:

- **Presencia de bacterias:** cuando el aire recircula para conseguir la ventilación, la diseminación de las enfermedades transmisibles puede acelerarse, debido a la recirculación de polvo y gotitas contaminadas con bacterias en los conductos de ventilación.
- **Percepción de olores:** tienen cierto significado en el índice de contaminación del aire. Son desagradables, no causan daño, pero pueden provocar incomodidad a los trabajadores. Aun los apenas perceptibles, en algunas ocasiones causan disminución del apetito, lo cual afecta en forma directa la salud.

Para contrarrestarlos se pueden utilizar desinfectantes y mantener orden y aseo. Algunos olores pueden ser suprimidos con el empleo de filtros de carbón activado, que absorben

sustancias productoras del olor. El mejor medio para contrarrestar los olores es agregar aire nuevo desde el exterior al que recircula dentro del recinto de trabajo.

- **Ambientes cálidos:** los factores térmicos del ambiente afectan la vida diaria, la comodidad y la salud. La función de un sistema de calefacción y ventilación no es calentar el cuerpo, sino permitir que el calor pueda disiparse a una velocidad controlada. Esto es así debido a que las temperaturas del aire alrededor de los 20 grados centígrados son las que determinan el ámbito confortable para los seres humanos. Siempre que la temperatura del aire se acerque a la del cuerpo, el trabajador dejará de sentirse cómodo. Con la ventilación o el acondicionamiento del aire se busca siempre permitir que el cuerpo pierda calor a la velocidad deseada.

### **Algunas características de gases, vapores y polvo**

Muchos procesos industriales van acompañados del desprendimiento de gases o vapores nocivos o muy tóxicos para el trabajador. Se deben tener en cuenta las normas de higiene para locales industriales que establecen la concentración máxima permisible para los gases, polvos y vapores contenidos en el aire de las zonas de trabajo.

- **Dióxido de azufre:** es un gas incoloro, de olor picante y sabor áspero. Se emplea principalmente para blanquear lana, seda y pasta de madera, se obtiene como subproducto en la fabricación de ácido sulfúrico y celulosa. También se desprende en las salas de calderas. Su principal efecto nocivo es la irritación del aparato respiratorio.
- **Acido nítrico y óxidos de nitrógeno:** se emplean en la industria textil, en la fabricación de explosivos y en la elaboración de fertilizantes. El principal efecto nocivo es la irritación de las mucosas del aparato respiratorio. En concentraciones bastante altas puede ocasionar dilatación de los alvéolos pulmonares (Lehnhardt & Giovanniello, 1992).
- **Mercurio:** se encuentra principalmente en forma de amalgama, puede producir envenenamiento, casi exclusivamente por la inhalación de los vapores. Esta enfermedad se denomina hidrargirismo.
- **Disolventes:** son sustancias muy volátiles que pueden ser absorbidas por la piel no protegida del trabajador y causarle dermatitis.
- **Gasolina:** los vapores penetran por las vías respiratorias en dosis pequeñas, causando estimulación. Al aumentar la dosis provoca una pérdida de conciencia súbita acompañada de convulsiones. También se debe tener presente el peligro de explosión cuando el vapor alcanza una concentración alta.

- **Benceno:** ataca el sistema nervioso central ocasionando jaquecas, debilidad, vértigos y en algunos casos graves convulsiones y pérdida de conciencia. El benceno puede formar una mezcla con los componentes del aire, que puede ser muy explosiva.
- **Acetona:** la inhalación provocada de pequeñas cantidades irrita las vías respiratorias superiores y los bronquios.
- **Amoniaco:** causa una fuerte irritación en las membranas mucosas del aparato respiratorio superior y en los ojos.

### **Efectos de la ventilación deficiente**

- Disminución en el rendimiento personal del trabajador por la presencia de un ambiente incómodo y fatigoso, que no lo incentiva.
- Alteraciones respiratorias, dérmicas, oculares y del sistema nervioso central, cuando el aire está contaminado, principalmente por factores de riesgo químicos.
- Posible riesgo de intoxicaciones ocupacionales por sustancias químicas, cuando estas, por defecto en los sistemas de ventilación, sobrepasan los valores límites permisibles.
- Disminución en la cantidad y calidad de la producción, como también en la conservación de equipos e infraestructura de la empresa.

### **Métodos de ventilación**

#### ***Natural***

En este caso, la renovación del aire se realiza por la acción del viento natural. El aire entra y sale a través de los poros de los materiales de construcción, así como también a través de las fisuras, ventanas y rendijas de las construcciones.

En tiempos cálidos se puede emplear en casi todas las industrias y su uso es esencial en los talleres calientes en donde se encuentran altos hornos, sistemas de reverberación, laminadoras, forjas, fundiciones y caldera. También debe utilizarse en lugares donde se produzca vapor de agua, porque al utilizar otro tipo de ventilación se produciría neblina.

La regulación apropiada de la ventilación natural en los edificios industriales depende de la colocación de las fuentes de calor, el diseño del edificio y la situación de las aberturas de ventilación en paredes y techos.

## ***Mecánica***

Es la renovación del aire mediante ventiladores. Es localizada, para lo cual se pueden emplear diversos métodos, entre estos se pueden mencionar los siguientes:

- Aspiración: tiene por objeto la extracción del aire contaminado en el mismo sitio en que se produce la contaminación, evitando así la propagación de las impurezas por todo el aire del recinto. No sustituye la ventilación propiamente dicha porque todas las impurezas que no se eliminan con este método pueden quedar alterando las condiciones del aire respirable. Los aspiradores localizados son eficaces para la extracción de humos y polvos, entre estos se pueden mencionar las campanas de humos.
- Ducha de aire: permite proporcionar condiciones satisfactorias a una parte del recinto porque inyecta aire puro a la atmósfera respirable del trabajador.
- Cortinas de aire: son corrientes de aire puro que se colocan en las entradas, frente a los hornos, en varios procesos industriales en donde hay producción de calor o sustancias contaminantes. Su objetivo es la creación de una barrera de aire o la desviación de las corrientes de aire contaminado.
- Ventilación general: suministra o extrae aire en un lugar de forma concentrada o distribuida. El suministro o la extracción del aire son concentrados cuando todo el aire entra o sale por uno o dos sitios solamente.
- Aire acondicionado: su objetivo es regular la temperatura, movimiento y humedad del aire y eliminar el polvo e impurezas.

### **Aire de reposición**

Siempre que se extraiga aire de un edificio debe entrar aire del exterior para ocupar el lugar del extraído. Este es el denominado aire de reposición. La cantidad necesaria depende del problema que se desea evitar y no del tamaño del ambiente en que se vaya a utilizar.

En tiempo frío, el aire que proviene del exterior debe ser suministrado a temperatura deseada en el ambiente o un poco mayor; durante el tiempo caliente debe suministrarse a una temperatura similar a la del exterior.

### **Equipos para suministro de aire**

- Calentadores de aire: funcionan continuamente proporcionando un volumen constante de aire a una temperatura uniforme.

- Unidades para calentamiento y ventilación: mezclan aire del exterior y de recirculación, son indicados para ambientes institucionales.
- Unidades con serpentín de vapor: necesitan una buena fuente de aire.
- De vapor limpio a presión confiable. Cuando han sido diseñados en forma correcta, elegidos e instalados, resultan confiables y seguros.

- **Iluminación deficiente**

En general, el ser humano ve por siluetas, transmisión y reflexión. La visión por silueta incluye la percepción de un objeto y su contorno, debido a que el perfil está más oscuro y se revela por contraste sobre un fondo más iluminado.

La transmisión es la revelación de los detalles mediante la variación y transmisión de la luz blanca o los cambios de color a través de materiales penetrables. La luz reflejada es la forma más común de visión, donde las áreas claras u oscuras y los detalles son revelados por diferencias de reflexión.

La visibilidad de un objeto o tarea se debe al tamaño, contraste, tiempo de visión y brillo. La porción de energía visible del espectro electromagnético ocupa la región entre 397 y 746 nm. El peligro de daño para la retina es máximo en la zona de la luz azul comprendida entre los 450 y 492 nm.

La exposición del ojo humano a altos niveles de brillo estimula varias respuestas fisiológicas: adaptación, reflejo pupilar, cierre total o parcial del párpado y percepción de sombra. Estos son mecanismos de protección.

### **Unidades de medida de la luz**

- Bujía: es una unidad de medida de la intensidad luminosa en una dirección determinada, está siempre asociada con una fuente de luz e indica el flujo luminoso en su origen.
- Lux: es la iluminación en un punto sobre un plano a una distancia de un metro, en dirección perpendicular de una fuente de luz, cuya intensidad luminosa es una bujía.

1 lux = lumen/metro cuadrado

1 lux = 0.093 lux/pie cuadrado

10.76 lux = lux/pie cuadrado

## Instrumentos de medición

Existen los siguientes: el iluminómetro, el medidor de brillo y el exposímetro de bolsillo. Por regla general todos estos instrumentos están contruidos para hacer la lectura en luxes. Contienen células fotosensibles que forman una barrera o pantalla sobre la cual se hace la lectura.

## Tipos de iluminación

- **General:** es la utilizada para iluminar de manera uniforme todo un recinto, aprovecha la iluminación natural y la artificial y no tiene en cuenta la diversidad de tareas que se deban realizar. Ejemplo: la suministrada por el fluido eléctrico y las aberturas construidas en paredes y techos para permitir la iluminación natural.
- **Localizada:** se obtiene mediante la utilización de instrumentos o también de aberturas destinadas a proporcionar una mayor iluminación a un sitio determinado, cuando las tareas que allí se realizan, requieren gran precisión. Ejemplo: la que se obtiene mediante la instalación de lámparas adicionales en las mesas de dibujo.
- **Suplementaria:** se utiliza cuando es necesario reforzar la iluminación de un área en un sitio de trabajo. Un ejemplo lo constituye la utilización de fuentes de iluminación en las salidas de emergencia.
- **De emergencia:** es la iluminación con que debe contar una institución para proveer de esta, cuando los mecanismos de iluminación natural son deficientes, debido a las condiciones climáticas o se suspende temporalmente la iluminación suministrada por el fluido eléctrico. Para su obtención es indispensable contar con plantas eléctricas.

## Tipos de alumbrado

Cada tipo de alumbrado debe escogerse de acuerdo con el tipo de fuente y el grado de precisión con que deben efectuarse las tareas.

Para mantener buenas condiciones visuales, en la mayoría de los locales industriales debe proporcionarse iluminación artificial. La luz natural no es suficiente debido a la reflexión y por ende la absorción superficial.

Hay tres tipos de alumbrado: incandescente o de luz amarilla, fluorescente o de luz blanca, y el producido por arco eléctrico. El más recomendado es el fluorescente porque permite una buena visibilidad y no aumenta la temperatura del ambiente de trabajo.

## Alumbrado insuficiente

La luz del sol no es suficiente, por lo que se hace necesario recurrir a la luz artificial. Debido a la oscuridad, quedan ocultos los factores de riesgo, una semioscuridad tampoco mejora las condiciones de trabajo. No obstante que los ojos se adaptan a una gran variedad de valores de luminosidad, hay un cierto límite con el cual no es posible realizar en forma segura las actividades y tareas, por eso hay que tener en cuenta que los ojos necesitan adaptarse constantemente cuando hay variaciones bruscas de intensidad luminosa.

## Factores de reflexión y valores recomendados

Los colores claros tienen un mayor poder de reflexión de la luz y por lo tanto son los más recomendados por sus efectos benéficos en la iluminación, la comodidad y la armonía que dan a los ambientes de trabajo. En su orden, los colores más recomendados para pintar las paredes de los sitios de trabajo y de la vivienda se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 13.** Los colores y su porcentaje de reflexión

| Colores                               | Porcentaje de reflexión |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Blanco, marfil, crema                 | 75                      |
| Gris, canela, amarillo y verde claros | 40 – 75                 |
| Verde o azul claro, gris o salmón     | 40 – 60                 |
| Pardo, verde, azul y gris             | 20 – 40                 |
| Castaño, roble o caoba oscuros        | 1 – 20                  |

Fuente: adaptado de Hernández & Ortega (2011)

**Tabla 14.** Valores de reflectancia recomendados

| Elemento                                    | Porcentaje |
|---|------------|
| Techo                                       | 80         |
| Paredes                                     | 60         |
| Cubiertas de escritorio y bancas de trabajo | 35         |
| Máquinas y equipo                           | 25         |
| Pisos                                       | 10         |

Fuente: adaptado de Hernández & Ortega (2011)

## Iluminación en la industria

La tecnología actual genera gran parte del alumbrado que se utiliza en la industria, pero muchas veces en lugar de ser una ayuda para la ejecución del trabajo, se convierte en un obstáculo para el logro de los niveles de eficiencia y para prevenir los accidentes de trabajo,

no tiene en cuenta la gran variedad de tareas visuales, condiciones operativas y erogaciones económicas de las empresas.

Contrario a lo anterior, la iluminación industrial debe ayudar a proporcionar un ambiente seguro para trabajar, una visibilidad eficiente y confortable que prevenga al máximo la disminución de la agudeza visual. Por eso debe tener en cuenta las tareas, los ambientes y el tipo de iluminación requerida.

También se necesita un plan de mantenimiento que incluya:

- Limpieza de los equipos de alumbrado.
- Limpieza de las superficies y ventanas del local.
- Cambio de focos y tubos fluorescentes.
- Pintado periódico de aparatos y superficies para que concentren la iluminación y permitan un acceso seguro al equipo y una óptima superficie de trabajo.

### Niveles de iluminación

Dentro de los límites alcanzables en la industria, el contraste de la tarea visual, es decir, entre el objeto de interés, su fondo inmediato y la visión, debe ser lo mayor posible. A mayor contraste debe haber mayor nivel de iluminación.

**Tabla 15.** Niveles de iluminación recomendados

| Unidades de medida<br>bujías-pie | Luxes         | Ejemplo de trabajo industrial  |
|----------------------------------|---------------|--|
| 300                              | 3.230         | Trabajos muy finos. Inspecciones detalladas  |
| 150 a 300                        | 1.615 a 3.230 | Trabajos moderadamente finos. Dibujo mecánico, contabilidad                                  |
| 70 a 150                         | 750 a 1.615   | Trabajos con esfuerzo normal continuo. Labores de oficina y prensas de imprimir              |
| 30 a 70                          | 323 a 750     | Trabajos que solo exigen esfuerzo ligero de la vista. Envasados y etiquetados                |
| 10 a 30                          | 107 a 323     | Trabajos que requieren atención visual media. Transportadores de banda, carga de materiales. |
| 10                               | 107           | Trabajos con poca atención visual. Lugares de almacenamiento, astilleros                     |

Fuente: adaptado de Ramírez (2002).

## Factores para una buena iluminación

Pueden resumirse en los siguientes:

- **Cantidad de iluminación:** la que cae sobre la mesa de trabajo, es necesario que no produzca brillo sobre el área de trabajo y su medio circundante, depende del trabajo que se va a realizar, el grado de exactitud requerido, la finura del detalle por observar, el color y la reflectancia de la tarea.

Cuando se usan gafas de seguridad con filtros que disminuyan la luz que llega a los ojos, el nivel de iluminación debe ser aumentado de acuerdo con la absorción de las mismas.

- **Calidad:** se refiere a la distribución del brillo en el ambiente visual. La iluminación debe ser distribuida por igual, el espaciado de los focos debe ser acorde a la cantidad de iluminación que se requiere para realizar las tareas y ser perpendicular a las mesas de trabajo. La capacidad para ver detalles depende de la diferencia de brillo entre el detalle y su fondo. Estas relaciones se presentan en la Tabla 16.

**Tabla 16.** Relaciones de la diferencia de brillo entre el detalle y su fondo

| Detalle y su fondo  | Razón |
|---|-------|
| Entre tareas y medio circundante contiguo                   | 5-1   |
| Tareas y superficies más distantes                          | 20-1  |
| Fuente de luz y superficies contiguas                       | 40-1  |
| Cualquier lugar dentro del medio circundante del trabajador | 80-1  |

Fuente: adaptado de Ramírez (2002).

El alumbrado en ciertos casos distorsiona el color, por lo cual debe planearse y seleccionarse según el tipo de tarea que se va a realizar. Es indispensable que no se distorsionen los colores de seguridad, los cuales tienen un mensaje específico.

## Colores del código de seguridad

### Rojo para peligro

Se emplea para llamar la atención con respecto a estaciones y equipos contra incendio, extinguidores, salidas de emergencia, mangueras y sirenas; riesgos especiales como recipientes portátiles que contengan líquidos inflamables, cuyo punto de ignición sea de 26.6 grados centígrados. Cuando este último esté a una temperatura inferior, debe tener una identificación adicional. Sitios en donde se ubican los equipos de emergencia.

## **Azul para precaución**

Su uso se limita a advertir contra el arranque, uso o movimiento del equipo que se está trabajando. Indica precaución con respecto a montacargas, hornillas, tanques, calderas y mandos eléctricos.

## **Morado para radiación**

Se combina con el amarillo para señalar recipientes, recintos y áreas asociadas a isótopos radiactivos, productos radioquímicos y materias fisionables. Debe colocarse en puertas, superficies de paredes, pisos, recipientes y cualquier equipo con factor de riesgo que emita radiación ionizante.

## **Blanco para tráfico**

El blanco constituye uno de los colores básicos para indicar tráfico, señales de servicio, de cuidado y áreas que necesitan máximo orden y aseo. Combinado con el negro se emplea en la señalización de las áreas de tráfico y solo sirve para indicar escaleras, sitios para depósitos de basuras, fuentes de agua y expendio de alimentos.

## **Anaranjado para alerta**

Indica piezas o partes peligrosas de máquinas o equipo con energía eléctrica viva que pueden causar cortaduras, aplastamientos, descargas o lesiones de este orden.

## **Amarillo para prevención**

Tanto el azul como el amarillo se utilizan para la prevención o precaución. Señala peligros tales como: «chocar contra», «tropezar», «caer», «quedar atrapado entre». Se utiliza para llamar la atención con respecto a equipos de construcción (tractores, cucharas mecánicas), recipientes para desechos de materiales altamente combustibles, bordes al descubierto y sin protección en plataformas, fosos y muros.

## **Verde para seguridad**

Señala la ubicación de los equipos de primeros auxilios, excepto el equipo contra incendios. Este color sirve para proteger al trabajador, indicándole la localización de los dispositivos de seguridad.

Para asegurar mayor visibilidad, los colores deben combinarse en la siguiente forma:

Amarillo con negro  
Verde con blanco  
Rojo con blanco  
Azul con blanco  
Negro con blanco

No deben usarse combinaciones de rojo con verde y rojo con azul.

### **Sombras**

Se producen al existir demasiada separación entre las lámparas y en relación de estas con su altura. Lo recomendado es de 1:2 y de 1:1, cuando las lámparas suministran una iluminación uniforme. Para evitar las sombras en el área de trabajo, los focos se deben instalar de tal manera que iluminen el área de trabajo y no el cuerpo del trabajador. Como ejemplos prácticos, las escaleras deben ser iluminadas al comienzo y al final de cada tramo. El trabajo no debe recibir la sombra del trabajador.

### **Deslumbramiento**

Es un brillo intenso dentro del campo visual, que produce incomodidad, molestia, fatiga visual y obstaculización de la visión. La luz puede convertirse en un riesgo si se coloca de manera que produzca un deslumbramiento cegador, o si es del tipo de luz que produce vapor e impide la identificación instantánea de colores de advertencia.

Se capta de tres modos diferentes:

- Deslumbramiento incapacitante directo: es el efecto paralizante de la vista originado por la luz de lámparas resplandecientes al descubierto y enfocadas directamente a los ojos.
- Deslumbramiento molesto: por el contraste excesivo de brillantez entre un objeto y su fondo. Puede pasar desapercibido, pero después cansa la vista y produce cefalea (dolor de cabeza).
- Deslumbramiento reflejante: se debe a la reflexión de fuentes luminosas en superficies de trabajo muy pálidas o mojadas como el vidrio del metal plateado.

### **Efectos de la iluminación deficiente**

- Incrementa las anomalías visuales anatomofisiológicas, al no permitir una visión clara, cómoda y rápida y exigir adaptaciones continuas del globo ocular.

- Incrementa los riesgos de accidentes, porque no se visualizan rápidamente los peligros y por consiguiente no se puede hacer la previsión correspondiente.
- Aumenta la posibilidad de cometer errores, porque los defectos de los productos se descubren con menor rapidez y por consiguiente disminuye la calidad de la producción.
- La cantidad de la producción también se ve afectada por la utilización de mayor tiempo en la ejecución de las operaciones, debido a las posibles correcciones que se deban hacer.
- Aumenta la posibilidad de que las zonas de trabajo y almacenamiento estén saturadas de basura, proliferándose otros riesgos nocivos para la salud.
- Disminuye el interés por la tarea, porque el trabajador no se siente cómodo en la ejecución de su actividad debido a que la luz es un factor indispensable en la comodidad que debe brindar el ambiente de trabajo.
- Aumenta la fatiga física y mental, porque se exige del operario mayor consumo de energías para lograr los objetivos en la tarea que realiza.

### **Métodos de control**

- Adecuar la cantidad y calidad de luz de acuerdo con el trabajo que se va a realizar: grado de exactitud requerido, detalles por tener en cuenta y duración del período de trabajo.
- Utilizar al máximo la iluminación natural, manteniendo los vidrios de ventanas y de claraboyas completamente limpios.
- Mantener el plan de mantenimiento, de los artefactos de iluminación, que incluya revisión periódica de los mismos y de las instalaciones eléctricas, al igual que el cambio oportuno de los focos y tubos fluorescentes que se encuentren fundidos.
- Pintar periódicamente las paredes empleando colores que tengan el máximo porcentaje de reflectancia de la luz.
- Mantener el valor de reflectancia recomendado en cada una de las áreas de la infraestructura del local y para los instrumentos de trabajo.

## CAPÍTULO V

# FACTORES DE RIESGO BIOLÓGICO

### Definición

Son aquellos factores relacionados con los microorganismos patógenos que se encuentran en el medio ambiente y que potencialmente pueden causar enfermedad a los trabajadores expuestos. Es el caso de los microorganismos presentes en el aire, como son las esporas de los hongos, levaduras, conidios de streptomyses y esporas de los géneros bacillus y clostridium. El aire es uno de los principales medios de transmisión de enfermedades de este tipo, en especial en los hospitales (Mahecha, 1992).

Se clasifican en animados e inanimados.

- **Animados**

Entre los animales se hallan virus, bacterias, rickettsias y parásitos, y entre los vegetales, los hongos.

### *Virus*

Son los agentes patógenos autorreproducibles, caracterizados por sus dimensiones inferiores a las de las bacterias comunes y capaces de atravesar los filtros utilizados en microbiología (Robledo, 2009).

Son los causantes de varias enfermedades, las de mayor frecuencia son:

Ø **Rabia o hidrofobia:** es producida por el virus de la rabia, es neutrópico, pertenece a los rhabdovirus. Los vectores o reservorios son seres vivos o inanimados capaces de transportar o almacenar el virus, son los animales salvajes o domésticos, como el perro, el zorro, el coyote, el lobo, los gatos y murciélagos.

El modo de transmisión o vía de contaminación es la cutánea, especialmente cuando el animal rabioso causa una herida por mordedura, rasguño u otra lesión en la piel e introduce los virus contenidos en la saliva.

Produce una encefalitis aguda, inflamación del tejido nervioso central, que está conformado por el cerebro, cerebelo, bulbo y protuberancia. Casi siempre es mortal. El primer ataque comienza con una sensación de angustia, cefalalgia, fiebre, malestar general y alteraciones sensoriales imprecisas, a menudo relacionadas con el sitio de la herida, lo anterior como consecuencia de la mordedura causada por el animal rabioso.

Luego se presenta delirio y convulsiones. La enfermedad dura entre dos a seis días y la muerte sobreviene por parálisis respiratoria.

Los trabajadores expuestos son los veterinarios, trabajadores de canódromos y laboratorios clínicos, carteros, mensajeros y revisores de los contadores de luz y agua.

Una medida preventiva específica para prevenir la rabia después de que el animal enfermo muere, es sacrificarlo y enviar la cabeza empacada en una nevera de icopor con hielo y aserrín al Instituto Nacional de Salud para el diagnóstico definitivo. Simultáneamente se hará la curación en la herida local y se administrará el suero o la vacuna antirrábica, de acuerdo con la zona del cuerpo en donde se localice la herida; si esta es cerca a la cabeza, se aplicará inmediatamente el suero, si es en las demás partes del cuerpo, se aplicará la vacuna.

Ø **Psitacosis:** llamada también ornitosis, es una enfermedad infecciosa, aguda, generalizada, que se caracteriza por fiebre, dolor de cabeza, invasión pulmonar precoz y en ocasiones presencia de tos seca al comienzo.

El agente infeccioso es la chlamydia (*bedsonia*) psittaci o virus de la psitacosis, cuyo reservorio son los periquillos, pericos, palomas, pavos, aves de corral y en algunos casos el hombre.

La infección se adquiere generalmente por inhalación del agente infeccioso procedente de los excrementos desecados de las aves infectadas en espacios cerrados. Otra vía de contaminación es la cutánea.

Constituye una enfermedad ocupacional de las personas que trabajan en las pajarerías, aviarios, palomares, granjas avícolas e instalaciones donde se preparan carnes de aves. También se han presentado casos de trabajadores afectados en laboratorios veterinarios y biológicos. Esta enfermedad se puede prevenir mediante las siguientes acciones:

- Reglamentar la importación y el transporte de aves de la familia de las psitácidas.

- Prevenir o eliminar las infecciones mediante tratamiento apropiado con antibióticos.
- Vigilar los lugares donde se venden animales caseros y de aviarios donde se haya presentado la psitacosis o donde se hayan obtenido aves vinculadas a estos casos.
- Tratar o incinerar las aves infectadas.
- Limpiar y desinfectar los locales en donde se haya presentado la epidemia.
- Educar al público sobre el peligro de la exposición a esta enfermedad, en la casa o en el trabajo.
- Ante la presencia de un caso, se debe controlar el trabajador afectado, los contactos y el medio ambiente; debe establecerse aislamiento durante la fase febril aguda, desinfectar todos los utensilios infectados con las secreciones del afectado, investigar los contactos y la fuente de infección y administrar el tratamiento específico.
- Notificar a la autoridad local de salud.

Ø **Hepatitis infecciosa:** los dos tipos de interés en la salud de los trabajadores son la hepatitis A y la hepatitis B.

Los agentes infecciosos son el virus A y el virus B (VHB). El virus A se encuentra en heces humanas infectadas. Se ha logrado la visualización de partículas de este virus de 27 nm con características de un enterovirus o un parvovirus. El virus B se encuentra en la sangre, sus derivados y los fluidos corporales contaminados.

El inicio de la enfermedad es súbito con fiebre, malestar general, anorexia, náuseas y molestias abdominales, seguido de ictericia (color amarillo de piel y mucosas).

El reservorio es el ser humano y los chimpancés. También puede encontrarse en elementos inanimados como los aerosoles. El modo de transmisión es por contacto de una persona con otra, en la mayoría de los casos por vía percutánea, oral o digestiva. Los trabajadores expuestos son aquellos que trabajan en hospitales, laboratorios clínicos y expendios de alimentos. Puede controlarse mediante las siguientes acciones:

- Educar al público con el objeto de lograr un buen saneamiento ambiental, eliminando en forma correcta las heces.
- Fomentar la buena higiene personal, mediante el baño diario y el lavado de las manos antes de consumir alimentos.

- Esterilizar las jeringas, agujas y otro tipo de equipo empleado para inyecciones parenterales, o utilizar unidades desechables.
- A los que viajan a zonas altamente endémicas, o están expuestos en razón a su ocupación, se les debe administrar dosis profilácticas o preventivas de seroglobulina inmune o aplicar la vacuna.
- Controlar al trabajador afectado, los contactos y el medio ambiente.
- Notificar a la autoridad local de salud.
- Proporcionar aislamiento durante las dos primeras semanas de la enfermedad y por lo menos una semana después de que aparezca la ictericia.
- Aislar la vajilla del paciente y desinfectarla o desecharla incinerándola.
- Eliminación sanitaria de heces, orina y sangre contaminada, previa inactivación del virus.
- Localización e inmunización pasiva de los contactos o personas que conviven con el afectado en el trabajo y el hogar.

### ***Rickettsias***

Son organismos muy pequeños, altamente parasitarios que se comportan como elementos de transición entre los virus y las bacterias. Producen las siguientes enfermedades:

Ø **Fiebre Q:** es una rickettsia febril aguda, el principio puede ser súbito, con sensación de escalofrío, dolor de cabeza en la región posterior, debilidad, malestar general y sudores profusos.

El agente infeccioso es *Coxiella Burnetii Rickettsia Burneti*, un organismo con extraordinaria viabilidad fuera del huésped o el vector. Los reservorios son las garrapatas, piojos, pulgas, animales salvajes, marsupiales, bovinos, carneros y cabras.

El modo de transmisión por lo común es por diseminación aérea de las rickettsias en el polvo, dentro o cerca de los locales contaminados por tejidos placentarios y líquidos del parto de animales infectados; en los lugares en donde se manejan animales infectados o sus productos así como en salas de necropsia.

También se contrae por contacto directo con animales infectados o con materiales contaminados tales como lana, paja, fertilizantes y por la ropa de personas expuestas. Igualmente por consumir leche cruda de vacas infectadas. Los trabajadores expuestos son

los veterinarios, trabajadores de laboratorios, cardadores de lana, curtidores de pieles y ganaderos.

Se puede controlar mediante las siguientes acciones:

- Educar a la comunidad sobre las fuentes de infección para que la prevengan.
- Fomentar las prácticas higiénicas necesarias, como la pasteurización de la leche e incineración de fetos de animales infectados.
- Establecer medidas higiénicas estrictas en corrales y establos, con el fin de eliminar en forma correcta el polvo, la orina y las heces.
- Realizar campañas de erradicación de roedores.
- Pasterizar la leche de vacas, cabras y ovejas.
- Inmunizar al personal expuesto con vacuna inactivada.
- Notificar a la autoridad local de salud.
- Investigar los contactos y las fuentes de infección.
- Administrar el tratamiento específico.

### ***Parásitos***

Son microorganismos capaces de vivir y reproducirse dentro del cuerpo de animales o personas. Algunos vegetales o productos alimenticios están parasitados por ácaros que pueden pasar al hombre, las ratas y varias especies de pájaros.

Los parásitos de origen ocupacional incluyen tipos de tenias, vermes, moluscos y larvas. En este grupo se incluyen numerosos insectos domésticos que por sí mismos constituyen una molestia y que son capaces de transmitir diversas enfermedades, como moscas, mosquitos y cucarachas.

Las enfermedades causadas por estos parásitos son las siguientes:

Ø **Escabiosis o sarna:** enfermedad infecciosa de la piel causada por un ácaro o garrapata cuya penetración se manifiesta por pápulas o vesículas o como diminutos surcos lineales que encierran a los ácaros y a sus huevos. Las lesiones predominan cerca de los pliegues interdigitales y en las superficies de las muñecas y los codos.

Es una enfermedad muy extendida y común en tiempos de guerra, pobreza o disturbios sociales. Poco frecuente en comunidades donde se practica el hábito diario del baño.

El agente infeccioso es el *Sarcoptes Scabiei* o *Ácarus Scarieri*; el hombre es el reservorio. Los sarcoptes de los animales pueden vivir en el hombre pero no se reproducen en la piel.

El modo de transmisión se efectúa por contacto directo por vía cutánea, por medio de la ropa interior o ropa de cama sucia recién contaminada por personas infectadas. A menudo también se adquiere durante contacto sexual.

Los trabajadores expuestos son las camareras de hoteles y trabajadores de los hospitales.

Puede controlarse mediante la puesta en práctica de las siguientes recomendaciones:

- Educar a la comunidad acerca de la necesidad de mantener hábitos de higiene relacionados con el baño diario, la limpieza del vestido y las ropas de cama.
- Realización de campañas de exterminación de ácaros y sus huevos.

Ø **Manguee**: es una enfermedad causada por el acarus o *Demodex Sarcoptes*; la vía de contaminación es la cutánea. Los trabajadores expuestos son los taladores de bosques, pescadores y trabajadores de carreteras.

### ***Hongos***

Son vegetales inferiores cuyo cuerpo está formado por filamentos llamados hifas, que entrelazándose constituyen un micelio. Carecen de clorofila y por ello están obligados a llevar vida parasitaria. Se reproducen por fragmentación. Algunos pueden ser microscópicos, como los parásitos de la agricultura, o macroscópicos, como los hongos comestibles.

Muchas de las afecciones que producen son superficiales, localizadas y de menor importancia clínica, otras son sistémicas y pueden afectar tejidos más profundos con resultados fatales.

Las enfermedades que producen son las siguientes:

Ø **Histoplasmosis**: es una micosis generalizada de gravedad variable, cuya lesión primaria se localiza generalmente en los pulmones. La infección es común pero no la enfermedad clínica. Se reconocen cinco formas clínicas: asintomática, respiratoria aguda benigna, diseminada aguda, diseminada crónica y pulmonar crónica. La histoplasmosis ocurre también en perros, gatos, ratas, zorras y otros animales que pueden transmitirla al humano. Afecta el sistema retículo endotelial y ocasiona inflamación y calcificación de los pulmones.

El agente infeccioso es el *Histoplasma Capsulatum* (*Emmosiella Capsulatum*), hongo dimorfo, levaduriforme, que crece en forma de moho en el suelo y de la levadura en los huéspedes animales y humanos.

Su vector es el polvo y los animales domésticos, el suelo alrededor de gallineros viejos, en cuevas con murciélagos, alrededor de edificios que albergan al murciélago común y suelos con alto contenido de materia orgánica.

El modo de transmisión es por inhalación de esporas suspendidas en el aire cargado de polvo. Los trabajadores expuestos son los agricultores y criadores de animales domésticos.

Puede controlarse mediante la puesta en práctica de las siguientes acciones:

- Reducir al mínimo la exposición inevitable a un medio contaminado y circunscrito, como el de los gallineros y suelos que los rodean, mediante rociamiento con agua para reducir el polvo.
- Utilizar máscaras protectoras que impidan la inhalación del hongo.
- Descontaminar los focos infecciosos.

Ø **Paracoccidiosis:** en el medio biológico se conoce como Blastomycosis Sudamericana, granuloma paracoccidioideo o paracoccidiomycosis. Es una micosis crónica grave y en ocasiones mortal, que se caracteriza por implicación de los pulmones o por lesiones ulcerativas de la mucosa oral, nasal, rectal y de la piel.

Los trabajadores más expuestos son los que están en contacto con el suelo como agricultores, obreros de la construcción y trabajadores de las cervecerías. La mayor incidencia se observa en adultos de 30 a 50 años de edad; es 13 veces más frecuente en varones que en mujeres. El reservorio es el suelo o el polvo con esporas. El modo de transmisión es por vía respiratoria mediante la inhalación de polvo contaminado.

Se recomiendan las siguientes acciones para su control:

- Utilizar métodos húmedos para la limpieza, con el fin de evitar la inhalación del polvo.
- Emplear máscaras protectoras que cubran nariz y boca cuando se está trabajando en actividades relacionadas con el suelo.

Ø **Dermatosis:** también se conoce como Tiña o epidermofitosis. Esta enfermedad incluye todas las micosis que afectan regiones queratinizadas del cuerpo como el cabello, la piel y las uñas.

Los agentes causales de esas afecciones son varios géneros y especies de hongos conocidos colectivamente como dermatofitos.

Las dermatomicosis se subdividen de acuerdo con las regiones del cuerpo en que se localizan, así:

- Tiña del cuero cabelludo o Tineacapitis
- Tiña del cuerpo o Tineacorporis
- Tiña de los pies o Tineapedis o pie de atleta
- Tiña de las uñas o Tinea Ungium

Es causada por el *microsporum* tricho principalmente, cuyos vectores pueden ser los utensilios de uso personal como toallas, peines y cosméticos, los gatos y los perros. La vía de contaminación es la piel, por contacto directo o indirecto con lesiones cutáneas de personas infectadas o con pisos contaminados de cuartos de duchas y objetos usados por personas infectadas.

La sintomatología se manifiesta con zonas enrojecidas y escamosas que se extienden rápidamente por la rasquiña. Los trabajadores expuestos son las personas dedicadas a trabajos de campo, balnearios y gimnasios.

Puede controlarse mediante la implementación de las siguientes acciones:

- Educar a los trabajadores sobre el peligro que tienen de contraer la infección por contacto con otros trabajadores, así como con perros y gatos.
- Educar a la comunidad laboral sobre el mantenimiento de una estricta higiene personal y sobre la importancia de secar muy bien los espacios interdigitales del pie.
- Aplicar regularmente polvos fungicidas en el pie, en los espacios interdigitales.
- Lavar y esterilizar las duchas, vestieres, bancos, toallas y demás implementos que se utilizan en las piscinas y gimnasios.

### ***Bacterias***

Son organismos unicelulares de tamaño microscópico. Aproximadamente miden 2 milimicras de largo por 1/2 de diámetro. Por lo general se multiplican por fisión binaria. Cada célula en la colonia es fisiológicamente independiente, está influenciada por los cambios producidos por las células vecinas, lo que también las hace dependientes.

Las enfermedades causadas por las bacterias son las siguientes:

Ø **Antrax carbunco:** es una enfermedad aguda, cutánea que en ocasiones excepcionales puede afectar los pulmones o el tracto gastrointestinal. Aparece primero un prurito o punto de infección, seguido de una lesión que se convierte en mácula o mancha. Luego se transforma

en vesícula con depósito de líquido y al término de 6 días pasa a ser una herida con tejido muerto y hueca.

El agente infeccioso es el *Bacillus Anthracis*. No existe un verdadero reservorio. Las esporas que resisten los factores ambientales y la desinfección permanecen viables en regiones contaminadas durante muchos años después de terminada la infección de origen animal.

Su vector son los animales y las pieles, las vías de contaminación son la cutánea, la respiratoria y la digestiva. La infección cutánea se contrae por contacto con los tejidos de animales bovinos, equinos, porcinos y otros que mueren a causa de la enfermedad o por pelos, lana, cueros o suelo, contaminados por los animales infectados. Puede adquirirse por inhalación de esporas o ingestión de carne contaminada mal cocida.

Los trabajadores expuestos son principalmente los veterinarios y los que laboran en las industrias de pieles, hueso y sus derivados, lana, manipuladores de animales infectados, personal de laboratorios y veterinarios.

Ø **Brucelosis:** es llamada también fiebre ondulante, fiebre de Malta y fiebre del mediterráneo. Es una enfermedad generalizada de principio agudo y atípico. Se caracteriza por fiebre continua, intermitente o irregular, de duración variable, dolor de cabeza, debilidad, sudores profusos, escalofríos, dolores articulares y depresión. Es altamente contagiosa y afecta la mayor parte de los animales domésticos especialmente los bovinos, caprinos, equinos y porcinos.

El agente infeccioso es la *Brucella Abortus*, *Brucella Canis*, *Brucella Melitensis* (caprina) y *Brucella Suis* (porcina). Los reservorios de la infección humana son los animales domésticos, y los vectores son la leche, sus derivados y las pieles.

El modo de transmisión es por contacto con tejidos, sangre, orina, líquidos vaginales, fetos abortados, en especial con las placentas y por la ingestión de leche o de productos lácteos provenientes de animales infectados.

La infección por medio del aire puede ocurrir en los laboratorios, mataderos, corrales y establos. Se produce por vía digestiva, cutánea y respiratoria. Es una enfermedad que afecta a los trabajadores que laboran con animales infectados vivos o sacrificados, en especial los granjeros, veterinarios y personal de mataderos, por eso afecta con más frecuencia a los varones.

También está expuesto el personal de industrias lecheras, de productos biológicos, frigoríficos y amas de casa. Se ha presentado en personas que consumen leche sin pasteurizar o productos cárnicos procedentes de vacas, ovejas y cabras infectadas.

Puede controlarse mediante las siguientes acciones:

- Educar a los agricultores, trabajadores de mataderos y carnicerías, respecto a la naturaleza de la enfermedad y el peligro que conlleva la manipulación de carnes o productos infectados.
- Detectar oportunamente la infección en el ganado.
- Eliminar los animales infectados por segregación o sacrificio.
- Pasterizar la leche y los productos lácteos provenientes de vacas, ovejas y cabras.
- Incinerar el feto del animal enfermo y eliminar las secreciones del animal que ha abortado.
- Desinfectar las zonas contaminadas.
- Inspeccionar la carne, decomisar para incinerar o enterrar la que es producto de animales infectados (Stellman, 1998).

Ø **Erisipela:** es una celulitis aguda caracterizada por fiebre, malestar general, taquicardia, vómito, dolor de cabeza y endurecimiento doloroso de la piel, tipo quemadura.

Es producida por el estreptococo beta hemolítico grupo A, cuyo vector es el trabajador infectado. Se encuentra en la faringe de asintomáticos y ropa de cama. Las vías de contaminación son la mucocutánea y la respiratoria. Los trabajadores expuestos son aquellos que laboran en las salacunas, escuelas, colegios, hospitales y laboratorios clínicos.

Se puede controlar con la puesta en práctica de las siguientes acciones:

- Identificar el estreptococo beta hemolítico del grupo A mediante exámenes de laboratorio.
- Educar a la comunidad trabajadora sobre los medios de transmisión.
- Enseñar la importancia de hervir o pasteurizar la leche.
- Impedir que los trabajadores infectados manipulen la leche y otros alimentos porque pueden contaminarlos.

- **Inanimados**

Están representados por los derivados animales y vegetales, capaces de producir enfermedades con efectos locales o generalizados. Constituyen agentes causantes de dermatitis y otras

reacciones alérgicas. La población expuesta la constituyen los trabajadores que laboran al aire libre, como constructores de caminos y jornaleros. Con frecuencia se ven afectados por la dermatitis alérgica, por contacto con plantas, como por ejemplo la hiedra venenosa (Stellman, 1998).

Algunas plantas como la higuera y la bergamota pueden producir fotosensibilización, con el desarrollo de ampollas y edemas localizados. Estas últimas son producidas por el contacto de la piel con la savia de las plantas mencionadas, seguida de la exposición a la luz solar. También hay flores que producen dermatitis de tipo alérgico como las del piretro, tulipanes y jacintos.

Entre las maderas hay muchas de naturaleza tóxica que producen las siguientes reacciones:

- Irritantes: son causadas por la liberación de sustancias generalmente de tipo alcaloides, capaces de ocasionar dolor de cabeza, náuseas, vómito, disnea y somnolencia. Actúan sobre las mucosas o la piel produciendo estornudos, estimulación de las glándulas lacrimales o dermatitis por contacto.
- Alérgicas: pueden ser producidas por las maderas mismas o el aserrín, las virutas o savia con las que se puede poner en contacto el trabajador, en razón a su ocupación. Los trabajadores que pueden presentar estas reacciones son los taladores de bosques, carpinteros y aserradores. Los árboles que más producen alergia o somnolencia son: el manzanillo, el borrachero, la pringamosa y la ortiga.

### **Características generales de los factores de riesgo biológico**

- No son exclusivos del ambiente de trabajo, muchos de los trabajadores expuestos, especialmente los campesinos, están en contacto con estos, no solo durante la jornada de trabajo sino también en las horas dedicadas al hogar y a la recreación (Robledo, 2009).
- No tienen un valor límite permisible. En algunos casos no existe relación entre el tiempo de la exposición y el efecto, una sola exposición puede causar la enfermedad y en otros casos esta se puede presentar después de mucho tiempo de exposición.
- Pueden ser transportados fuera del ambiente laboral por los mismos trabajadores, afectar a sus familiares y al resto de la comunidad, lo que no ocurre con los demás factores de riesgo.

## CAPÍTULO VI

# FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO

### Definición

La ergonomía se deriva de dos términos griegos que traducidos significan: «Las costumbres, hábitos y leyes del trabajo» (Organización Internacional del Trabajo, 2014). Surgió en la Segunda Guerra Mundial cuando algunos físicos y biólogos del Reino Unido describieron las actividades interdisciplinarias, necesarias para enfrentar los problemas creados por la tecnología de la guerra. La Organización Internacional del Trabajo en 1961 le dio la esencia a la ergonomía, humanizar el trabajo. En esencia, la ergonomía es una técnica que aplica conocimientos de varias disciplinas que aportan al estudio de las condiciones de trabajo.

La OIT define la ergonomía como: «la aplicación de las ciencias biológicas del hombre junto con las ciencias de la ingeniería para lograr la adaptación mutua óptima del hombre a su trabajo, midiéndose los beneficios en términos de eficiencia y bienestar del hombre» (Organización Internacional del Trabajo, 2014).

Las ciencias que más aportan a la ergonomía son: las ingenierías, la física, las biológicas, las ciencias sociales y las del comportamiento. Los términos empleados con el prefijo *bio* como bioingeniería, biomecánica, etc., se refieren a áreas específicas de interés y como tales, son consideradas como capítulos de la ergonomía.

La ergonomía en general va más allá del ambiente y prevención de accidentes, creándose así la diferencia entre higiene industrial y ergonomía. La primera se ocupa de los factores de riesgo en el área de trabajo y la ergonomía incluye las demandas fisiológicas que el trabajo requiere del hombre.

## Algunos campos de acción de la ergonomía

**Fisiología del trabajo:** en este campo, la ergonomía evalúa las capacidades y limitaciones de los trabajadores para realizar un trabajo físico. También incluye la determinación de tolerancia del trabajador, los estresores del ambiente físico, como calor, frío, vibración y variaciones de la presión atmosférica (Universidad a Distancia de Madrid, 2013, p. 1-5).

**Capacidad para trabajo físico:** los límites superiores para la realización de un trabajo físico, están determinados por la capacidad de dos sistemas: el respiratorio y el cardiovascular. Estos permiten el envío de oxígeno a los músculos en actividad (energía aeróbica). El consumo máximo de oxígeno es la expresión con que se designa a ese límite superior y está determinado por la edad, el sexo, el peso corporal y el entrenamiento físico.

Sí los trabajadores se llevan más allá del superior, como en situaciones de emergencia, la energía se proporciona por los caminos anaeróbicos. La falta de oxígeno debe reponerse cuando cesa la emergencia.

- **Gasto de energía en el trabajo:** el trabajo más pesado que un hombre puede realizar en forma continua durante períodos prolongados, exige aproximadamente el gasto de 500 kilocalorías por hora con base en los volúmenes de oxígeno necesarios (Universidad a Distancia de Madrid, 2013, p. 1-5).

La población general consume de 400 a 450 kilocalorías por hora, estas últimas cifras equivalen en forma aproximada al 40 % del volumen de oxígeno de que puede disponer el organismo. Los trabajos en la industria rara vez exigen consumo de energía durante toda la jornada laboral, los períodos de interrupción reducen el gasto promedio.

- **Ciclos trabajo-descanso:** cuando el trabajo exige mayor esfuerzo del que un trabajador puede soportar, es necesario establecer pautas de trabajo y reposo; se debe fraccionar el trabajo pesado por turnos tan cortos como sea posible, pues los descansos frecuentes reducen la fatiga acumulativa. También se pueden intercalar trabajos livianos y pesados para que durante el liviano se pueda hacer la reposición de la energía (Oborne, 1996).

La fatiga se puede definir como la disminución de la realización del trabajo o como una condición que afecta todo el organismo. Actúa como una función protectora similar al hambre o la sed. Incluye sensaciones subjetivas de fatiga, motivación y cualquier deterioro resultante de las actividades mentales y físicas.

La sensación subjetiva de fatiga produce un estado de cansancio; las actividades de una persona se reducen hasta que se ve forzada a suspenderlas. En este estado, el trabajador no tiene deseos de realizar ningún trabajo intelectual ni material.

Las causas de la fatiga son: monotonía, factores de riesgo físico como iluminación deficiente, temperaturas extremas o ruido, aumento de la intensidad del trabajo material y mental; factores psicolaborales como responsabilidades excesivas, preocupaciones y conflictos; enfermedad, dolor y alteración de los hábitos alimenticios.

La recuperación de la fatiga ocurre durante el sueño y los intervalos de descanso. Cuando esto no sucede, puede llegarse a la fatiga crónica, en la cual se percibe la sensación de cansancio antes de comenzar el trabajo. Se intensifica durante la ejecución del mismo y se aumenta una vez concluida la labor.

Esta situación puede llevar a la siguiente sintomatología psicológica: irritabilidad creciente, intolerancia, comportamiento asocial, tendencia a la depresión, preocupaciones injustificadas, debilidad general y desagrado por el trabajo. Además, estos efectos psicológicos trascienden en lo físico y causan dolores de cabeza, mareos, palpitaciones, respiración rápida, pérdida de apetito, indigestión e insomnio. También se aumenta el ausentismo laboral, se requieren periodos de reposo más prolongados y se aumenta la predisposición a la enfermedad.

## **Clasificación**

### ***Biomecánica***

Es el estudio de la estructura y función del cuerpo en relación con la dinámica de los sistemas hombre-máquina. Utiliza la anatomía funcional, fisiológica y antropométrica, así como la ingeniería estática y la dinámica. Desde el punto de vista físico, el cuerpo es un sistema complejo de palancas y motores unidos a un soporte (Universidad a Distancia de Madrid, 2013, p. 10).

El análisis biomecánico de cargas, fuerzas, movimientos de torsión alrededor de articulaciones, velocidades, aceleraciones y otras dinámicas del cuerpo, permiten la determinación de tareas específicas y el diseño de puestos de trabajo de tal modo que armonicen con las capacidades y limitaciones del trabajador.

### ***Antropometría***

Literalmente significa la medición del hombre, lo cual incluye la dimensión corporal, el ámbito de movimiento de los miembros del cuerpo y fuerza muscular en dos formas: estática, cuando el trabajador está en reposo, y dinámica, cuando se desplaza.

La medición estática se enfoca hacia la valoración de la fuerza muscular del trabajador, lo cual permite predecir su capacidad para realizar las tareas manuales sin sobreesfuerzo.

La fuerza estática es la capacidad de ejercer una fuerza o movimiento de torsión sin desgaste significativo para el cuerpo. Las contracciones musculares sin movimiento se denominan isométricas.

La medición dinámica determina la ubicación de controles, herramientas, condiciones del escritorio, equipo de protección y área de desplazamiento.

Estas dos fuerzas musculares son voluntarias y sobre ellas tiene gran influencia la posición del cuerpo debido a que determina la longitud del músculo que ejerza la fuerza, la participación de un grupo de músculos para formar el ángulo de una articulación y la masa y tamaño del cuerpo. Este último aspecto también influye sobre el equilibrio y la fuerza total ejercida.

### **Precauciones para levantar, empujar, tirar y acarrear**

Aunque con el avance tecnológico se debe disponer de motores y máquinas que proporcionen la energía para realizar estas labores, todavía se sigue empleando en gran porcentaje la fuerza del trabajador. Por lo tanto es importante conocer las capacidades y limitaciones de él para realizar las tareas manuales, de tal manera que no se someta a un esfuerzo físico excesivo (Universidad a Distancia de Madrid, 2013, p. 5).

A este respecto es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La capacidad contráctil de los músculos y la resistencia de la estructura de soporte (huesos, articulaciones y ligamentos).
- Los límites superiores que debe levantar la población trabajadora en general, lo cual ha preocupado al personal directivo durante muchos años. Cuantitativamente se considera que levantar «algo demasiado pesado» puede causar problemas de salud con la espalda, hernias y desgarros. A este respecto es necesario tener en cuenta las diferencias individuales en fuerza, edad, sexo, nutrición y ocupación. Los hombres pueden levantar 25 kilos y las mujeres 12.5 kilos (Stellman, 1998).

Además de las características personales se debe tener en cuenta el tamaño del objeto, la frecuencia de la acción y la altura desde la cual se levante el objeto. En síntesis, para evitar sobreesfuerzos se recomienda:

- Recordar que la población masculina está en capacidad de levantar mayores pesos que la femenina.
- Conviene reducir los pesos, de modo que todos los trabajadores puedan realizar la tarea con un peligro mínimo.

- Recordar que la fuerza de un individuo está condicionada por su ocupación, es mayor la fuerza de un operario comparada con la de un intelectual.
- No debe someterse a los trabajadores a cargar pesos cuando no se les ha dado un período de acomodación para ello, es decir, cuando no están acostumbrados a hacerlo.
- Las herramientas manuales deben construirse pensando en la mano del trabajador, su forma de agarre y el tamaño de los dedos. Esto evitará tensión física excesiva, presiones sobre áreas determinadas, dolor e imposibilidad de realizar eficazmente la tarea.
- Es indispensable recordar que para levantar un objeto, especialmente cuando se toma desde el piso, deben seguirse los siguientes pasos:
  - \* Establecer una base de sustentación amplia, lo cual se logra colocando un pie delante de otro en posición diagonal con las rodillas dobladas y la espalda recta.
  - \* Tomar el objeto acercándolo totalmente al cuerpo.
  - \* Llevar el mentón hacia el pecho y elevar el cuerpo de tal forma que el peso de este contrarreste el peso del objeto.

### **Diseño del lugar de trabajo**

Su objetivo es proporcionar un ambiente libre de tensiones innecesarias brindándole comodidad al trabajador. Los aspectos por tener en cuenta son los siguientes (Mahecha, 1992, p. 90).

- Agrupar los elementos del área que tienen funciones similares.
- Establecer los controles de la máquina, pensando en que el trabajador acciona más rápido su mano derecha, luego la izquierda y por último el pie.
- Acomodar los elementos a las diferencias antropométricas, en especial de peso y talla.
- Diseñar los colores del ambiente de acuerdo con el grado de reflectancia de la luz.
- Prever los peligros mediante señalización perceptible con luces de colores y alarmas.
- Tener en cuenta el espacio libre para el cuerpo del trabajador, entrada y salida incluida la de emergencia y manejo de los controles.

- Para un puesto de trabajo mixto el área mínima es de 75 por 75 m aproximadamente y la altura mínima para un trabajador sentado debe ser 1.5 m; las actividades que se realicen de pie o sentado requieren mínimo 1.9 m para acomodar a la mayoría de los trabajadores.
- Las sillas deben tener posibilidad de ajuste para lograr comodidad y eficiencia de los trabajadores.

Con referencia a este último aspecto se debe recordar que el tronco, incluyendo el cuello y los hombros, debe estar en una posición erguida, natural y relajada. El área más crítica de la espalda es la zona lumbar que posee una curvatura convexa hacia adelante denominada lordosis. La inclinación hacia adelante sobre una mesa o la posición incorrecta de un trabajador crea una curvatura inversa a esta zona llamada cifosis.

Si esta postura es prolongada, fatiga los músculos de la columna vertebral e irrita las raíces nerviosas anteriores, situación que causa lumbalgia. Por esta razón el espaldar típico de un asiento para un trabajador, debe ejercer una presión en la región lumbar para que mantenga la columna vertebral en lordosis. Además debe permitir un ajuste de acuerdo con la estatura; si los pies no logran llegar al piso debe proporcionarse un apoyo para estos.

Finalmente se debe recordar que la ergonomía pretende que el hombre interactúe al máximo en forma positiva con sus instrumentos de trabajo, mejorar las condiciones del entorno laboral para lo cual se debe recurrir al control de los factores de riesgo.

## CAPÍTULO VII

# FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIALES

### Definición

Se relacionan con las circunstancias psicológicas y sociales en que el trabajador desarrolla su trabajo y recupera su fuerza productiva. Están determinados por las condiciones de trabajo, la tarea y las características individuales del trabajador. Surgen en las relaciones interpersonales deficientes entre los trabajadores con sus compañeros y jefes y entre estos y sus colaboradores. De acuerdo con el concepto referido en la Resolución 2646 de 2008 en su artículo 3, los factores de riesgo psicosocial se definen como las «condiciones psicosociales cuya identificación y evaluación muestra efectos negativos en la salud de los trabajadores o en el trabajo».

De acuerdo con Asepeyo, el objeto de estudio de la psicología es la interacción, es decir “la influencia recíproca entre individuos o entre grupos sociales que posibilitan cambios en la conducta y en las actitudes” (1991, p. 169). También pueden originarse por la inoperancia de las líneas de autoridad establecidas en la empresa y las barreras de la comunicación. También juegan papel importante las relaciones familiares y el lugar que ocupan los trabajadores en la estructura social global, en la estructura de la empresa y el nivel de afecto que reciben en cada uno de estos ambientes.

Algunos ejemplos de estos factores de riesgo son: la competencia desleal entre los trabajadores, el tráfico de influencias, la persecución, los malos entendidos y la falta de diálogo y comprensión entre los miembros de la familia. Igualmente, las condiciones físicas, el lugar de la vivienda, los diferentes medios de transporte utilizados por el trabajador para desplazarse hasta su lugar de trabajo y la distancia entre el lugar de trabajo y su sitio de vivienda.

Uno de los efectos típicos de este tipo de factores de riesgo es el estrés, del que se hablará a continuación.

## **Estrés**

Hans Seyle lo definió como una respuesta no específica a una demanda planteada por el organismo, es un estado de ansiedad causado por la interacción con el ambiente. Es una situación de alerta ante el futuro, la cual puede ser normal o patológica (Seyle & Solana, 1975).

Mario Timio (1983) lo definió como una reacción común del organismo ante cualquier estímulo interno o externo de una intensidad y duración tal que exige mecanismos suplementarios de adaptación y defensa para mantener el equilibrio biopsicosocial.

Ante una situación de estrés, el ser humano puede adaptarse con la implementación de sus mecanismos de defensa y en este caso vuelve a su estado inicial sin registrar problemas. Cuando no es posible esta adaptación por la intensidad del estímulo o la configuración psicossomática del individuo, se torna este estrés como nocivo.

### **Reacciones ante el estrés**

Ante una situación de estrés puede presentarse un enfrentamiento o una evasión. Cuando el individuo decide enfrentarlo se presenta el síndrome general de adaptación. Se denomina síndrome porque es un conjunto de signos y síntomas que afectan en forma conjunta interdependiente a todo el organismo; general porque afecta las diversas partes del cuerpo, y de adaptación porque requiere un ajuste de todo el organismo (Peiró & Salvador, 1993, p. 20- 22).

### ***Causas del estrés***

- Cambios ambientales y tecnológicos rápidos: hacen que el individuo implemente en forma continua sus mecanismos de adaptación.
- Modificación del papel personal, tanto en la vida familiar como en la empresa y la sociedad.
- Problemas en la relación con grupos, la familia, la institución laboral y la comunidad.
- Polivalencia de roles cuando la misma persona debe desempeñar varias actividades tanto laborales como familiares, que es el caso típico de la mujer trabajadora.
- Problemas psicológicos: los diferentes conflictos producidos por el entorno laboral y social llevan a la agresividad y a la angustia.
- Conflictos sociales, económicos y políticos que se presentan a nivel nacional; reacciones

inquietantes, de inseguridad, de violencia y de miedo, que se generan a nivel de toda la población.

### ***Consecuencias***

Pueden ser favorables si aumenta el grado de automotivación. Esto ocurre cuando el estrés es normal. Si el estrés es patológico, se producen los siguientes cambios en dos grupos para el trabajador y para la empresa:

#### *Para el trabajador*

- Subjetivos: ansiedad, agresión, apatía, aburrimiento, fatiga, frustración, culpabilidad, irritabilidad, mal humor, melancolía, poca autoestima, nerviosismo y soledad.
- Conductuales: propensión a sufrir accidentes, drogadicción, aumento en la ingestión de agua, anorexia (falta de apetito), alcoholismo, tabaquismo, excitabilidad, afectación del habla, inquietud y temblor.
- Cognoscitivos: incapacidad para tomar decisiones y concentrarse, olvidos, hipersensibilidad y bloqueo mental.
- Fisiológicos: aumento de catecolaminas, que son las hormonas secretadas por las glándulas suprarrenales: adrenalina y noradrenalina, en sangre y orina; aumento de azúcar en la sangre, aumento de la frecuencia cardiaca, hipertensión, sequedad de la boca, sialorrea (exceso de salivación), sudoración excesiva, sensación de nudo en la garganta, dificultad respiratoria, dilatación de la pupila y disminución de la sensibilidad en las partes distales periféricas del cuerpo,

#### *Para la empresa*

- Organizacionales: ausentismo laboral, relaciones laborales conflictivas, disminución de la productividad, aumento de accidentes, clima organizacional alterado, insatisfacción, deterioro de la calidad del servicio.

En síntesis, el estrés produce un rompimiento en el equilibrio orgánico, altera los procesos de recambio, metabolización y las funciones vitales, lo cual tiene implicación en las alteraciones cardiocirculatorias entre las que se pueden mencionar, arritmias, angina de pecho e infartos coronarios, los cuales también deben considerarse como enfermedades laborales, como se muestra en la Figura 9.

Las alteraciones orgánicas mencionadas afectan la parte psicológica y producen toda la gama de enfermedades mentales tan difíciles de manejar en nuestro medio. Así mismo, el

estrés laboral, la alteración ocupacional de este siglo, conduce al envejecimiento prematuro y a la muerte repentina.

Por tal razón, lo más importante es construir un ambiente laboral, familiar y social que favorezca la salud integral y le permita al trabajador recrearse con su trabajo y disfrutarlo.

| PARA EL TRABAJADOR  | PARA LA EMPRESA  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>-Emocionales</li><li>-Actitudinales</li><li>-Conductuales</li><li>-Psicosomáticas</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>-Insatisfacción</li><li>-Abandonos</li><li>-Absentismo</li><li>-Deterioro de la calidad del servicio</li></ul> |

**Figura 9.** Cosecuencias del estrés

### ***Métodos de control***

Se presenta un listado de acciones por realizar:

#### ***En la familia***

Favorecer el diálogo, escuchar con interés y respeto al otro, al tiempo que se debe fomentar la comunicación de los sentimientos, problemas, inquietudes, aspiraciones y planes tanto personales como familiares.

Permitir la recuperación de la fuerza productiva, mediante el establecimiento de unas condiciones que permitan la nutrición, la recreación y el descanso.

Disponer de ambientes físicos agradables y confortables que posibiliten la satisfacción de las necesidades básicas: educativas, culturales, de pertenencia a grupos y la autorrealización.

En conclusión, se espera que la familia sea la primera escuela del niño, donde se acoge la vida y se dirigen, encaminan, forman, desarrollan y perfeccionan las facultades intelectuales y las competencias de los hijos para que sean buenos ciudadanos y buenos trabajadores, a través del buen ejemplo.

De esta forma y con el concurso de unas condiciones favorables para el desarrollo de la vida humana, se formarán trabajadores seguros, capaces y con gran fortaleza para enfrentar los desafíos de la vida.

### *En la empresa*

Lograr que los trabajadores mantengan buenas relaciones interpersonales entre ellos, con los jefes y estos últimos con el personal a su cargo.

Hacer de la supervisión un mecanismo que oriente al trabajador para realizarse y realizar cada vez mejor y con mayor satisfacción su tarea en el proceso productivo.

Capacitar al trabajador en varias operaciones dentro del proceso de producción, con el fin de permitirle una rotación, evitando así la monotonía en el trabajo.

Establecer los métodos de control de los diversos factores de riesgo, detectados de acuerdo con el flujo de producción de la empresa.

Proporcionar un ambiente de trabajo agradable, armónico y seguro, con un buen contraste de colores, iluminación y ausente de ruido molesto para el trabajador. Esto permitirá mayor motivación para la ejecución de la labor diaria.

Valorar, estimular y reconocer los logros de los trabajadores a todo nivel, mediante incentivos favorables como becas, viajes, permisos, sin crear un ambiente de inconformismo en el interior del grupo.

Ofrecer al trabajador la inducción, adiestramiento, capacitación y desarrollo necesario para que se pueda desempeñar en forma eficaz y segura en las labores que se le encomiendan.

Realizar actividades deportivas, culturales y sociales que promuevan la integración de los trabajadores y sus familias con la empresa.

En lo posible, las organizaciones deben facilitar el desplazamiento de sus trabajadores desde su lugar de domicilio hasta el sitio de trabajo y viceversa.

Así mismo se deben ofrecer préstamos para vivienda y desarrollo personal y familiar.

La familia y la empresa están inmersas en la sociedad. Colombia presenta serias dificultades: dependencia económica, desigualdad social, enfrentamientos sociales, inseguridad, altas tasas de desempleo, falta de una política educativa y sanitaria acorde con las necesidades, falta de recursos financieros que permitan la ejecución de los planes sociales. En resumen, para llevar a la realidad lo que se promulga en la Constitución de 1991, es necesario sanear la sociedad.

De igual manera, los sistemas educativo, sanitario, de transporte y de vivienda, imposibilitan el control real de los factores de riesgo psicolaboral. La contaminación de los recursos

naturales, la imposibilidad de que el saneamiento ambiental llegue a todos los rincones de Colombia y el aumento incontrolado del costo de la canasta familiar, impiden que el trabajador disponga de recursos básicos como agua potable, medio ambiente saludable y acceso a los alimentos básicos, lo cual afecta la reposición de su fuerza de trabajo, generándole enfermedades psicosomáticas. No se debe agravar la situación en los escenarios laborales.

Las fases que presenta el síndrome general de adaptación son las siguientes:

- **Alarma:** en este momento la hipófisis estimula la producción de adrenocorticotropina, hormona que estimula el funcionamiento de las glándulas suprarrenales para que produzcan adrenalina. Esta sustancia hace que el sistema muscular metabolice gran cantidad de carbohidratos, lo cual lleva a que en el hígado se aumenten los niveles de glucosa y quede listo el organismo para iniciar la acción. Paralela a esta situación se presenta el aumento de la frecuencia respiratoria, de la frecuencia cardíaca y de los niveles de colesterol. Hay una disminución del proceso digestivo.
- **Resistencia:** se presenta cuando el agente «estresor» es duradero, en este momento se incrementan los mecanismos de alarma.
- **Agotamiento:** ocurre cuando se acaba la energía adaptativa y se vuelve nuevamente a la situación de alarma. En este momento se transfiere la resistencia a otros órganos y el estrés se convierte en nocivo y crónico.
- Para que el estrés no llegue a causar efectos nocivos en la salud del trabajador, es necesario que la situación estresante se resuelva en la fase de alarma.

### **Factores de riesgo psicosociales intralaborales**

- **Gestión organizacional:** son los aspectos para la organización del recurso humano, se incluye el estilo de mando, las modalidades de pago y de contratación, la participación, el acceso a actividades de inducción, capacitación, servicios de bienestar social, mecanismos de evaluación de desempeño, estrategias para el manejo de los cambios (Ministerio de la Protección Social, 2008).
- **Características de la organización del trabajo:** son las formas de comunicación, tecnologías, la modalidad de organización del trabajo, demandas cualitativas y cuantitativas. Cuando las tareas no se distribuyen en forma equitativa, se genera descontento y desmotivación entre los trabajadores.
- **Condiciones de la tarea:** se incluye carga mental (nivel de actividad mental necesario para desarrollar un trabajo), contenido mismo de la tarea, demandas emocionales, especificaciones de sistemas de control y definición de roles.

- Sobrecarga laboral en determinado tiempo: se presenta cuando las empresas, ante la necesidad de atender ocasionalmente un incremento en la demanda de sus productos, establecen como mecanismo, trabajo extra e incentivos económicos, situación que genera mayor consumo de la fuerza de trabajo y por ende, mayor desgaste biosicofisiológico.
- Infracarga de trabajo: en esta situación el individuo siente defraudadas sus aspiraciones de realizar un trabajo determinado que le reportaría más beneficios económicos y de prestigio.
- Medio ambiente laboral: el ruido, la vibración, el hacinamiento, las altas temperaturas, hacen que el trabajador realice un sobreesfuerzo para ejecutar sus labores, con el fin de lograr la concentración y productividad requerida.
- Relación persona-tarea: es la evaluación de las capacidades y habilidades que tiene una persona en relación con las demandas de la tarea, los niveles de iniciativa y autonomía que le son permitidos, así como la identificación del trabajador con la tarea asignada.
- Jornada de trabajo: tiempo en horas para realizar las labores asignadas de acuerdo con su área y cargo, sin tener en cuenta las horas para la alimentación o pausas durante el trabajo. Horario nocturno, diurno o por turnos, horas extras mensuales, duración y descansos semanales.
- Beneficios: tipo de beneficios recibidos por parte de la empresa en cuanto a bienestar, deporte, vivienda, educación, recreación.
- Temor de no hacer bien ni en el tiempo debido el trabajo: un ejemplo clásico se presenta cuando la producción es a destajo, debido a que en este caso, el trabajador devenga su salario de acuerdo con el número de productos que elabore y a la precisión que logre en cada uno de estos.
- Temor a llamados de atención cuando la supervisión es intransigente. Esta situación surge cuando la supervisión se hace de una manera hostigante y los llamados de atención se hacen verbales o escritos, delante de los compañeros de trabajo y sin ningún componente formativo.
- Temor a trabajos peligrosos: algunos procesos de producción conllevan actividades bastante riesgosas que ponen en peligro la vida del trabajador. Esta situación genera, también, estrés en la familia, la cual está constantemente preocupada por la suerte del trabajador en su oficio. Un ejemplo lo constituyen las labores de vigilancia, construcción y los trabajos en alturas, debido a que en forma constante el trabajador está expuesto a riesgos de incendio, explosión y caídas, que pueden afectar en forma grave su salud.

- Temor a la imposibilidad de rendir en forma similar a los otros. Las diversas experiencias y antigüedad hacen que los trabajadores que llevan más tiempo en la empresa superen a los nuevos en su productividad, lo cual lleva a estos últimos a sentirse inferiores en relación con sus compañeros.
- Inestabilidad laboral: esta situación produce inseguridad al trabajador, lo cual le genera desconcierto, impidiéndole cumplir sus planes a medio y largo plazo, e imposibilita la satisfacción de las necesidades básicas.
- Aislamiento: genera sentimientos de culpa, complejo de inferioridad, incapacidad para alternar con otros y disminución de la autoestima.
- Presión de los compañeros para no superar los límites de producción ya impuestos por ellos. En este caso, si uno de los trabajadores tiene la posibilidad de mejorar su productividad, en forma inmediata es criticado por los demás, quienes le imponen el ritmo de trabajo establecido por ellos.
- Retribución inequitativa: cuando el trabajo no permite satisfacer las expectativas del trabajador en el ámbito laboral y familiar, se produce inconformismo, apatía, adinamia y desinterés, que llevan a la disminución de la productividad.
- Conflicto entre no querer trabajar y tener que hacerlo. Muchas veces el trabajador se ve obligado a laborar para poder sobrevivir y conseguir el sustento de su familia, sin existir ninguna otra motivación para el desarrollo de su trabajo.

### **Factores psicosociales extralaborales**

- Utilización del tiempo libre: actividades realizadas fuera del trabajo, en general oficios domésticos, recreación, deporte, educación y otros trabajos.
- Tiempo de desplazamiento y medios de transporte: es el medio utilizado para llegar a su sitio de trabajo y de este a su sitio de vivienda y el tiempo de recorrido.
- Pertenencia a redes de apoyo social: grupos a los que se pertenece para sentir apoyo y confianza (familia, grupos deportivos, sociales, religiosos, comunitarios, salud).
- Características de la vivienda: estrato, tipo de pertenencia, acceso a vías y servicios públicos (Ministerio de la Protección Social, 2008).

## CAPÍTULO VIII

# PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

### Principios del plan

Con base en la premisa del Ministerio del Trabajo de Colombia: “El mejor empleador es el que invierte en prevención y el mejor trabajador es el que siempre se cuida en su labor”, se debe tener en cuenta la inversión que realiza el empleador en su proceso productivo –en donde suministra bienes o servicios–, al integrar la prevención de los riesgos laborales a través de la elaboración y ejecución del plan de prevención en su empresa para y con sus empleados. En este sentido, lo que se persigue con la Ley 1562 de 2012 es divulgar los derechos y deberes que tienen tanto empleadores como trabajadores en el Sistema General de Riesgos Laborales, puesto que si se cumplen las normas y directrices, se podrán tener mejores condiciones de trabajo para mejorar la salud física y mental de los trabajadores y, de esta forma, aumentar la productividad en la empresa.

De acuerdo con la Ley 1562 de 2012, por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional, en el artículo 10 se establece el fortalecimiento de la prevención de riesgos laborales en las empresas del país. Se les encarga a las administradoras de riesgos laborales (ARL) la responsabilidad de fortalecer las actividades de promoción y prevención en las empresas, las cuales –mediante campañas, programas y acciones de educación– estarán dirigidas a que se cumplan las normas y lineamientos técnicos en salud ocupacional expedidos por el Ministerio de Trabajo, como se refiere en el artículo 11 en su literal b.

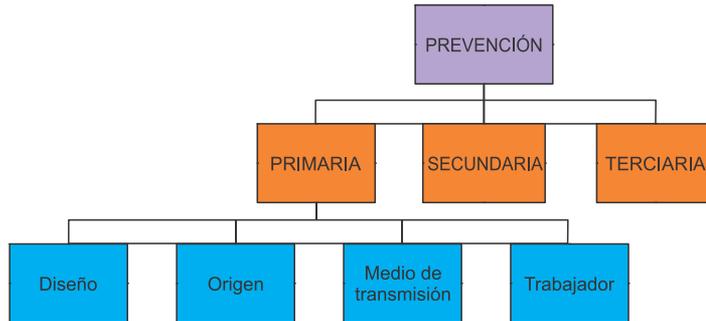
Para entender la implementación del plan de prevención de riesgos laborales, es importante tener en cuenta la definición de conceptos relacionados, tales como: prevención, niveles de prevención, principios, organización y recursos preventivos en el trabajo.

## Conceptualización

### *Prevención*

La prevención se entenderá como el conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa, dirigidas a implementar o minimizar los riesgos del trabajo (Universidad a Distancia de Madrid, 2012c).

### *Niveles de prevención*



**Figura 10.** Niveles de prevención

Fuente: adaptado de García (1999, p. 173-176)

En la Figura 10 se esquematizan los niveles de prevención: la primaria se dirige a evitar los riesgos o la aparición de los daños, mediante el control eficaz de los riesgos que no pueden evitarse. Implica los siguientes tipos de acciones: diseño de instalaciones, equipos herramientas, centros y puestos de trabajo, procesos, métodos y organización del trabajo; en el origen trata de evitar la aparición de riesgos desde la fabricación, construcción e implantación de equipos, procesos, procedimientos, capacitación y en el caso de riesgos inevitables, establecer técnicas como el aislamiento o enclaustramiento. En el medio de transmisión, busca evitar la exposición al riesgo interponiendo barreras entre el origen y las personas, absorbiendo o anulando la gente, y en la misma organización del trabajo mediante alejamiento o sistemas de alarma. En la persona se pueden utilizar medios de protección individual, procesos educativos, información, formación, vigilancia en la salud, vacunación y disminución del tiempo de exposición.

La prevención secundaria se establece cuando se inicia el proceso de alteración de la salud en la fase inicial, subclínica, que puede ser reversible en esta situación, debe hacerse un diagnóstico precoz y un tratamiento oportuno.

La terciaria se aplica cuando existe una alteración de la salud o durante la convalecencia de la enfermedad o posincapacidad para prevenir la reincidencia y las complicaciones, en este caso se hace un tratamiento oportuno y la rehabilitación.

De acuerdo con las condiciones observadas, se recomienda la aplicación de la prevención en los niveles mencionados.

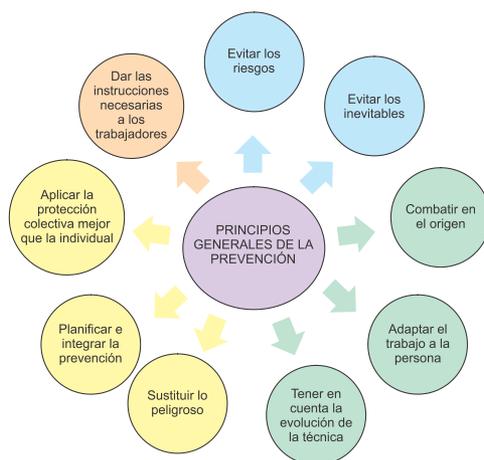
La prevención de riesgos laborales es de carácter interdisciplinario y multidisciplinario, las disciplinas básicas en materia de prevención de riesgos laborales son: medicina del trabajo, seguridad en el trabajo, higiene industrial, psicología y ergonomía.

### ***Principios de la prevención***

De acuerdo con la Ley 31 de 1995, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales que rige todo lo relacionado con los riesgos laborales en España, se le obliga al empresario a realizar la prevención de riesgos laborales mediante la adopción de medidas necesarias, para garantizar de esta manera la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.

Según esta obligación, se le da poder de dirección al empresario para que establezca funciones y tareas a sus trabajadores, en unas condiciones de trabajo determinadas, velando porque estas últimas no provoquen ni favorezcan la aparición de accidentes o enfermedades. A su vez debe favorecer el proceso productivo de la empresa, en donde se evite que sea fuente de errores, pérdidas, retrasos, defectos, que se reflejen en una baja productividad, baja calidad del producto o servicio que se ofrece.

Con esta ley se pretende resaltar la importancia de integrar la prevención de riesgos laborales en la empresa. Uno de los principios de la prevención es que “se tiene que integrar esta en todas las fases del proceso productivo”, teniendo en cuenta a toda la organización, a sus directivos en todos los niveles jerárquicos y, en general, a los trabajadores y las actividades que se realizan en el interior de la empresa.



**Figura 11.** Los principios generales de la prevención  
**Fuente:** Universidad a Distancia de Madrid (2012e).

Como se refiere en la Figura 11, los principios generales de prevención deben impedir los riesgos, y cuando estos son inevitables, hay que evaluarlos para establecer las medidas de control que busquen minimizarlos o mitigar sus consecuencias, y controlarlos desde su origen, es decir, donde estos se generan. Es fundamental buscar la adaptación del trabajo a la persona, para permitirle mayor comodidad en el trabajo y lograr mayor eficacia y eficiencia en el proceso productivo; tener en cuenta los avances técnicos y tecnológicos, debido a que no siempre lo más avanzado va a favorecer al trabajador; buscar la manera de sustituir las materias primas, procesos o procedimientos peligrosos; planear la prevención e integrarla a todos los procesos, departamentos y niveles jerárquicos de la empresa, esto es, a toda la organización. Para la empresa es más eficaz y eficiente utilizar métodos de protección colectiva, que aplicarlos de manera individual, pues de esta forma protege a más trabajadores e incluso a personas ajenas a la organización.

Para que la prevención sea exitosa es indispensable integrar a todos los trabajadores, mediante procesos participativos en los que reciban las instrucciones pertinentes. La prevención debe ser asumida por todos los integrantes de la organización en todos los niveles jerárquicos, desde el nivel gerencial, pasando por los cargos medios hasta los operativos; la prevención debe estar integrada en el proceso productivo de la empresa, debe ser un proceso participativo para todos los integrantes.

### **Plan de prevención de riesgos laborales**

La herramienta que integra y pone en marcha los lineamientos expuestos por el Ministerio de Trabajo, es el Plan de Prevención de Riesgos Laborales, cuya implantación corresponde al empleador, de acuerdo con la Resolución 1016 de marzo 31 de 1989, artículo 1º, en donde se afirma “todos los empleadores públicos, oficiales, privados, contratistas y subcontratistas, están obligados a organizar y garantizar el funcionamiento de un programa de Salud Ocupacional de acuerdo con la presente Resolución”.

En el artículo 2 de la Resolución 1016 de 1989 se define el programa de salud ocupacional como

la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de Medicina Preventiva, Medicina del Trabajo, Higiene industrial y Seguridad Industrial, tendientes a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones y que deben ser desarrolladas en sus sitios de trabajo en forma integral e interdisciplinaria.

El programa de salud ocupacional debe cubrir las áreas de la salud y seguridad en el trabajo de manera interdisciplinaria, con el fin de que se preserve, se mantenga y mejore la salud de los trabajadores tanto de manera individual como colectiva. Para lograr que su implementación sea de manera integral e interdisciplinaria, se sugiere tener en cuenta toda la estructura organizacional de la empresa.

## **Componentes del plan de prevención**

Las partes que componen el plan son las siguientes:

- a. Identificación de la empresa. Incluye nombre o razón social de la empresa donde se implementa el plan, la actividad productiva, es decir, lo que hace o las acciones a las que se dedica la empresa, número de trabajadores, los empleados que se encuentran vinculados de manera formal o informal y las características de los trabajadores relacionadas con la prevención.
- b. La estructura organizativa. Identificar los cargos directivos, medios y operativos, es decir, elaborar el organigrama donde se identifiquen las funciones y responsabilidades relacionadas con la prevención de riesgos laborales.
- c. La organización de la producción. Identificar los diferentes procesos técnicos, prácticas y procedimientos relacionados con su actividad productiva y la prevención de los riesgos laborales en la ejecución de esta.
- d. La organización de la prevención en la empresa. Indicar la modalidad preventiva elegida y los organismos que la dirigen.
- e. La política, los objetivos y metas. Representan lo que pretende lograr la empresa en cuanto a la prevención. Se cuenta con recursos físicos, humanos y económicos para implementar el plan de prevención en la empresa.

## **Metodología para implementar el plan de prevención de riesgos laborales**

Para implementar un plan de prevención de riesgos laborales en una empresa se debe tener en cuenta la evaluación y planificación de la actividad preventiva, organizada por medio de fases que se van a ejecutar con la participación activa de la estructura organizativa en todos sus niveles jerárquicos.

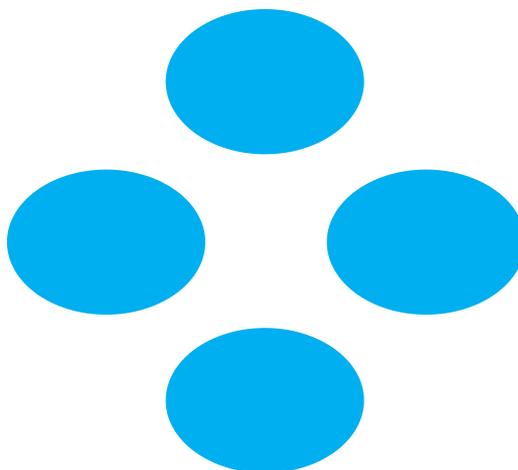
### ***Metodología***

#### ***Participativa deductiva***

El método deductivo consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. Parte de una premisa general para obtener las conclusiones de un caso particular, pone el énfasis en la teoría, los modelos teóricos, la explicación y la abstracción.

La investigación participativa se basa en principios de cooperación que tienen como punto de partida la interpretación común de las situaciones humanas; en términos de Moser es "consenso básico" orientado al cambio social. Según Mahecha, "La realidad es construida desde la interdisciplinariedad, aquí nace el respeto a la otra disciplina" (Estupiñán & Mahecha, 2013).

Como se muestra en la Figura 12, la implementación del plan de prevención de riesgos laborales consta de cuatro fases:



**Figura 12.** Fases de la metodología

**Fase 1. Coordinación del trabajo para realizar en la empresa.** En esta fase se lleva a cabo la presentación del trabajo que se va a realizar, ante las directivas de la empresa. Con la aprobación y el interés inicial de los directivos se da a conocer a los trabajadores que componen la estructura organizacional. En la reunión de presentación se da a conocer la propuesta y se obtienen los consentimientos informados, mediante los cuales aceptan su participación durante el proceso. Es importante verificar de manera constante sus intereses personales y sugerencias para adaptarlas al plan inicial.

**Fase 2. Conocimiento de la empresa y diagnóstico de las condiciones de trabajo.** Se hace un reconocimiento de la planta física de las sedes de la empresa, su proceso de producción, de cada uno de los procedimientos que se realizan y se toman por escrito los aspectos encontrados. Se realiza una descripción de las generalidades de la empresa: planta física, misión, visión, estructura organizativa, proceso de producción y se identifican los riesgos presentes en todos los procesos y en el espacio físico.

**Fase 3. Elaboración de la matriz de evaluación de riesgos.** Acorde a la hoja de evaluación de riesgos laborales, según la GTC 45, previo conocimiento del proceso de producción y observación de cada uno de los puestos de trabajo, se identifican los riesgos a los que se ven expuestos los trabajadores y se diagraman los mapas de proceso respectivos.

**Fase 4. Desarrollo de las actividades de intervención.** Para controlar los riesgos, de manera inicial los prioritarios y luego los que requieren control en nivel moderado.

En estas actividades se contará con la participación activa de los trabajadores, teniendo en cuenta su ciclo vital, jornada laboral, tiempo del día para realizar las actividades, los cargos que desempeñan y se involucra de manera activa y constante a los directivos para que se genere interés en sus empleados.

### ***Organización de la prevención***

En cuanto a la organización de la salud de los trabajadores, de acuerdo con la Resolución 1016 de 1989, artículo 3, la elaboración y ejecución de los programas de salud ocupacional para las empresas y lugares de trabajo podrán ser realizadas de acuerdo con las siguientes opciones:

- a) Exclusivos y propios para la empresa.
- b) En conjunto con otras empresas.
- c) Contratados con una entidad que preste tales servicios, reconocida por el Ministerio de Salud para dichos fines.

### **Recursos preventivos en el centro de trabajo**

Son los medios personales con los que cuenta el empresario para la organización de la prevención en la empresa, por lo que el empresario es la persona encargada de suministrar los recursos que se requieran, como se refiere en el párrafo primero del artículo 4:

Los patronos o empleadores estarán obligados a destinar los recursos humanos, financieros y físicos indispensables para el desarrollo y cabal cumplimiento del programa de Salud Ocupacional en las empresas y lugares de trabajo, acorde con las actividades económicas que desarrollen, la magnitud y severidad de los riesgos profesionales y el número de trabajadores expuestos.

El artículo 4 afirma que el Programa de Salud Ocupacional, ahora Salud y Seguridad en el Trabajo de acuerdo con la Ley 1562 de 2012 (Ayala, 1999, p. 414), deberá desarrollarse de acuerdo con la actividad económica de la empresa y será específico y particular para esta, de conformidad con sus riesgos reales o potenciales y el número de trabajadores. Tal programa deberá estar contenido en un documento firmado por el representante legal de la empresa y el encargado de desarrollarlo, el cual contemplará actividades en medicina preventiva, medicina de trabajo, higiene industrial y seguridad industrial, con el respectivo cronograma de dichas actividades. Tanto el programa como el cronograma se mantendrán actualizados y disponibles para las autoridades competentes de vigilancia y control.

El empresario será la persona encargada de designar a la persona encargada de dirigir el programa de salud y seguridad en el trabajo, de acuerdo con el Parágrafo 2.º del artículo 4.

## Evaluación de los riesgos

La Ley de Prevención de Riesgos Generales, 1562 de 2012, universaliza la obligación de evaluar los riesgos, la impone a todas las empresas y precisa que es la primera actividad preventiva que debe realizar el empresario para planificar adecuadamente o modificar el plan existente a partir de los riesgos encontrados para realizar la actividad preventiva.

El empresario debe mantener unas condiciones de trabajo sanas y seguras, a partir del conocimiento de la situación, del análisis de las condiciones de trabajo y de la evaluación de riesgos, para conseguir satisfactoriamente los objetivos de un nivel de protección eficaz de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo (Ley 1562 de 2012).

### Características básicas de la evaluación de riesgos

Como se observa en la Figura 13, a partir del conocimiento de la empresa y las fases seguidas para el desarrollo del trabajo, surgen las características del proceso de la evaluación de riesgos. Para esto se cuenta principalmente con la colaboración activa de los trabajadores en todos los niveles jerárquicos, se identifican los factores de riesgo y los trabajadores expuestos, se hace una evaluación cualitativa y se mencionan las posibles medidas a tomar para el control de cada riesgo.



**Figura 13.** Características básicas de la evaluación de riesgos

**Fuente:** Universidad a Distancia de Madrid (2012e, p. 3-7).

## **Política de salud y seguridad**

Las empresas que adoptan la política de salud y seguridad, que brinda la importancia a las personas en el desarrollo de los procesos de las organizaciones, son empresas que realizan actividades en las que obtienen éxito en salud y seguridad, a través del reconocimiento de la relación entre control de riesgos y salud en general (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, 1997).

El trabajo puede afectar de manera positiva o negativa al trabajador en todas sus dimensiones como ser biopsicosociales; por ejemplo, en una tarea repetitiva como contestar llamadas, el trabajador se puede ver afectado en su salud, tanto física en la audición y en la fonación, y en su parte mental por el agotamiento debido a la carga mental para realizar su tarea.

En este sentido, las empresas que obtienen éxito empresarial son las que alinean sus políticas de prevención con las relacionadas con recursos humanos diseñadas para asegurar la estabilidad, el compromiso, el sentido de pertenencia y el bienestar del trabajador. De la misma forma, más allá de disminuir la presencia de los factores de riesgo o la eliminación de accidentes o enfermedades laborales, la empresa debería preocuparse por la satisfacción laboral del sujeto trabajador y construir una relación directamente proporcional entre las condiciones saludables en el trabajo para potencializar los aspectos positivos de la familia, lo que generaría mayor satisfacción personal y familiar y, por tanto, se vería reflejado en un mayor interés en el proceso de desarrollo de las funciones de acuerdo con su papel en la organización.

## CAPÍTULO IX

# EDUCACIÓN EN SALUD Y SEGURIDAD PARA LOS TRABAJADORES

### Referentes teóricos

La educación de adultos trabajadores debe permitir que estos elaboren sus conocimientos y se apropien de manera ordenada y progresiva del conocimiento científico y de la realidad, para impulsar acciones hacia su transformación. Este proceso parte de la práctica, para teorizar sobre esta, vuelve a la práctica para transformarla, o dicho de otra manera: se trata de partir de lo concreto-realizar un proceso de abstracción, volver a lo concreto para transformar mediante la aplicación de un proceso participativo.

Deben aplicarse los principios de la educación de adultos y fundamentarse en el enfoque cognitivista, histórico-social y humanístico que da origen al modelo constructivista social, cuyo principal representante es Vygotsky. También se debe tener en cuenta el aprendizaje significativo propuesto por Ausubel (citado por Rozo, 2002, p. 227-35) y la pedagogía liberadora de Freire (1970, p. 23-36).

Vygotsky planteó inicialmente el enfoque histórico-cultural que dio origen al modelo constructivista social. Este autor considera que el aprendizaje es determinado por el contexto social en el que viven las personas; se parte del hecho de que el conocimiento se va construyendo por medio de operaciones y habilidades cognoscitivas producto de la interacción social. Se llega a construir conocimiento y cultura, cuando es posible la interacción del medio social que rodea al individuo con las condiciones intrapersonales.

Para esta interacción se necesita de un receptor, un estímulo y un mediador, que exista aprendizaje vital en el receptor y se cree una actitud y buena disposición para que valore el beneficio del estímulo. Es importante resaltar que la persona no debe adaptarse de forma espontánea a las condiciones del medio, sino que debe modificarlas, situación que constituye

un objetivo fundamental del proceso de aprendizaje. Al aplicar el modelo de Vygotsky en la educación en salud, la función del orientador debe ser activa, mientras que los participantes en el proceso responden a medida que van recibiendo estímulos que les permiten construir conocimiento y transformar el entorno.

El pensamiento de Vygotsky (citado por Rozo, 2002), que es el eje teórico del proceso educativo, propone educar en pro de la calidad, mediante la concientización de las personas en torno de su realidad representada en el medio en que se desenvuelven, y la potenciación de todos los aspectos que poseen de una manera integral: sociales, ambientales, cognoscitivos, emocionales, así como las habilidades y la apariencia personal, para lograr nuevos comportamientos y actitudes, producto de la readecuación de las estructuras mentales (Rozo, 2002 p. 227-235).

Ausubel (1960, p. 267. 272) expuso la importancia del *aprendizaje significativo* dentro del modelo constructivista. Este autor considera que el aprendizaje se da por descubrimiento, a medida que los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del aprendiente. Esto se logra cuando los nuevos conocimientos se articulan con los adquiridos anteriormente y se establecen nuevas estructuras conceptuales.

Las ventajas de este aprendizaje son una retención más duradera de la información y adquisición fácil de nuevos conocimientos que se entrelazan con los adquiridos anteriormente, en forma significativa. Este es un proceso activo que depende de la asimilación de los conocimientos por los participantes en el proceso educativo. Para lograr el aprendizaje se requiere significatividad lógica y psicológica del material y actitud favorable del participante. A través del aprendizaje significativo se pueden aprender representaciones, conceptos y proposiciones.

También es importante destacar la pedagogía liberadora de Paulo Freire, educador brasileño que se ocupó de alfabetizar a trabajadores que no podían construir un mundo de signos escritos y abrirse al mundo del conocimiento y la conciencia. Freire consideró que el conocimiento no se transmite, se “está construyendo”; el acto educativo no consiste en una transmisión de conocimientos. Esta nueva pedagogía propone una nueva forma de aprender para transformarse en un hombre libre y humanizado (1970, p. 23-36).

Freire propone la “educación problematizadora”, que da existencia a una comunicación de ida y vuelta, y elimina la contradicción entre educadores y educandos. Ambos se educan entre sí durante el diálogo que se da en el proceso. Esta propuesta apunta hacia la liberación y la independencia, destruye la pasividad del educando y lo incita a la búsqueda de la transformación de la realidad. La metodología surge de la práctica social, para reflexionar sobre esta y transformarla (1970, p. 23-36).

La educación de adultos para los trabajadores debe basarse en los siguientes principios:

- Concebirse en función de los participantes, mediante el aprovechamiento de sus diversas experiencias y la asignación de la más alta prioridad a los grupos menos favorecidos.
- Confiar en las posibilidades y voluntad de todo ser humano, tanto en el desarrollo personal como en relación con su vida social.
- Despertar el interés en la lectura y fomentar las aspiraciones culturales.
- Fomentar el interés del adulto en su formación recurriendo a su experiencia, reforzando su confianza en sí mismo y facilitando su participación activa en todo el proceso.

Es necesario tener en cuenta estos principios si se desea lograr el objetivo de la educación, que es el desarrollo del proyecto de vida de una manera autónoma y no reducida simplemente a un instrumento para perpetuar las relaciones sociales de producción y de poder existentes en la sociedad y mantener la fuerza productiva de los trabajadores, pues esto les impide la autorreflexión para apropiarse de los conocimientos teórico-prácticos y construir procesos educativos que impliquen transformaciones reales en la práctica, en pro del mejoramiento de sus condiciones de trabajo y de vida (Guerrero, 2003).

Para lograr el propósito expuesto se deben desarrollar procesos educativos dirigidos a los trabajadores, en los que se apliquen los principios del modelo pedagógico constructivista, participativo, la educación para la salud y la educación de adultos. De esta manera, los procesos educativos para el logro de la promoción de la salud y la seguridad laboral van a repercutir de manera favorable en los trabajadores como personas, ciudadanos y trabajadores, que hacen parte de una sociedad, una familia y una organización.

Estos procesos educativos serán efectivos en la medida en que los responsables de su ejecución conozcan las condiciones concretas de cada organización en lo referente al grado de desarrollo social, económico, tecnológico y técnico, con las características de las formas productivas y las condiciones de los trabajadores: situación de salud, nivel educativo, cultura, costumbres y antecedentes laborales.

Con el conocimiento de la organización y de los trabajadores, se plantean procesos educativos que "deben ser de utilidad práctica para satisfacer las necesidades inmediatas, pero también lo bastante dinámicos para responder a las necesidades que posteriormente puedan surgir" (Lowe, 1978) y considerar los aspectos que interesan a organizaciones, trabajadores, empleadores, a los servicios de salud y a la comunidad en general.

Para transformar la educación en salud y seguridad para los trabajadores, de un modelo instrumental reducido al aprendizaje de técnicas que agilicen los procesos productivos por procesos significativos, que ayuden a la mejora de los trabajadores y las organizaciones, se debe iniciar con la sensibilización de las autoridades en las instituciones encargadas de la salud en el país, directivos de las empresas responsables de la administración de los riesgos

laborales, gerentes, encargados de los programas de seguridad y salud en el trabajo, trabajadores, planificadores educativos y supervisores, acerca de la importancia, las modalidades y principios que se deben aplicar en los procesos educativos.

Durante la estadía de los trabajadores en su vida laboral, existen varios niveles de acción: el primero se ubica en los procesos de inducción; es decir, en el momento en que el trabajador se incorpora al trabajo, se le informa sobre las condiciones en las cuales va a trabajar y se le explican los mecanismos de que dispone la organización para cuidar de su salud. El segundo considera todas las circunstancias cotidianas que rodean al trabajador en la realización de la tarea y que deben ser observadas y controladas en forma cautelosa para evitar accidentes y enfermedades laborales. El tercer nivel se refiere a las condiciones de trabajo, entendidas estas como el conjunto de circunstancias que rodean el micro y el macroentorno de los trabajadores (Lowe, 1978).

Finalmente, quienes ejercen como encargo social el cuidado de la salud de los trabajadores deben abogar por una educación formativa en la que los trabajadores sean el sujeto activo de su propia educación, una educación participativa, ligada al mundo del trabajo y de la vida, que forme seres humanos integrales, que devuelva los valores morales y estéticos, que permita adquirir competencias para encaminar la vida con un sentido social, solidario; en síntesis, una educación que promueva la reflexión, la actitud crítica, autocrítica y liberadora (Gómez, 2004, p. 53).

La Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo (European Network for Workplace Health Promotion) (2010) considera la educación como un proceso transformador que promueve la adquisición de conocimientos, el cambio de actitudes y la generación de prácticas saludables, que incluya la formación y capacitación para la salud y seguridad en el trabajo, de acuerdo con las necesidades de los individuos y la organización. Estos procesos educativos deben adaptarse a las nuevas formas de inserción laboral: temporal, trabajador en misión, orden de prestación de servicios, a labor, a destajo, teletrabajo y tercerización de servicios, donde el escenario de trabajo puede ser la fábrica, la organización pública o privada, el hogar, la calle, los parques, las aceras, los semáforos, las fincas y los medios de transporte.

### **Proceso educativo en salud para los trabajadores**

Es el conjunto de actividades que deben ponerse en práctica para operativizar las acciones educativas dentro de un cronograma a corto, medio y largo plazo. Para su desarrollo deben tenerse en cuenta aspectos logísticos, recursos humanos, infraestructura, equipos y facilidad para la utilización o elaboración de materiales didácticos.

Su objetivo es permitir que los participantes se apropien de conocimientos, actitudes y habilidades que se reflejen en competencias analíticas y propositivas, para aplicarlas mediante la adopción de comportamientos saludables dentro y fuera de los lugares de trabajo.

## Fundamentación teórica

Mediante la aplicación de los enfoques cognitivo e histórico-cultural liderados por Piaget y Vygotsky respectivamente, aplicados en el modelo denominado constructivismo social, cuyo punto de inicio es el *aprendizaje significativo* liderado por Ausubel y la aplicación de la corriente educativa denominada *pedagogía liberadora* propuesta por Freire (citado por Guerrero, 2003), se establece que los procesos educativos dirigidos a los adultos, en este caso los trabajadores, deben apoyarse en las estructuras mentales previas, debido a que el aprendizaje se realiza mediante la inserción de los nuevos conocimientos en las estructuras mentales que poseen, y que además debe tenerse en cuenta, que ellos aprenden aquello que les resulta interesante y que da respuesta a sus necesidades en un contexto liberador que permite la transformación.

Estos procesos educativos deben estimular el saber (lo conceptual), el saber hacer (lo procedimental) y el saber ser (actitudinal) abordando al ser humano desde lo físico, biológico, psíquico, cultural, social e histórico (Lowe, 1978), para lograr el desarrollo humano desde lo individual en una sociedad democrática, que permita a los trabajadores cumplir en forma reflexiva sus funciones, ser propositivos y críticos, proponer y hacer cumplir las recomendaciones para buscar el bienestar real.

## Diseño metodológico

**1. Inserción en la organización.** Durante este paso, se conoce el clima organizacional, que es el ambiente laboral que perciben los trabajadores de acuerdo con las tareas que realizan, el proceso productivo, el flujo de producción, la dinámica entre los trabajadores y sus jefes y los factores de riesgo y los riesgos. Las personas tienen percepciones sobre las condiciones en las que interactúan en el sistema social, las aceptan o comparten e identifican produciendo imágenes positivas o negativas (Betancourt, 1995, p. 181-186). Este paso permite tener un acercamiento a las necesidades educativas de los trabajadores.

De manera operativa, este paso se realiza mediante la coordinación de la administradora de riesgos laborales (ARL) con la gerencia de la organización, a fin de que la persona encargada del proceso educativo conozca la organización: razón social, proceso productivo, flujo de producción, planta física y trabajadores.

**2. Reunión del delegado de la ARL con el representante legal de la organización y el responsable de salud ocupacional.** Para identificar necesidades susceptibles de ser resueltas mediante el proceso educativo, se sugiere utilizar entrevistas semiestructuradas.

**3. Reunión delegado de la ARL con los trabajadores.** Se efectúa para identificar las necesidades de capacitación y las estrategias que se podrían utilizar. Para el cumplimiento de este aspecto se sugiere utilizar la metodología de grupo focal, este método permite

discutir y elaborar desde las experiencias individuales una propuesta grupal para desarrollar el proceso educativo.

**4. Identificación de necesidades en forma conjunta entre ARL, organizaciones y trabajadores.** Se analiza la situación con el objeto de privilegiar las necesidades y seleccionar las susceptibles de ser resueltas mediante los procesos educativos en salud y seguridad a corto y medio plazo.

**5. Identificación de los recursos.** Se identifican los recursos que se disponen de manera real y exhaustiva, incluye la identificación de líderes naturales, talento humano de la organización y de la ARL que se comprometen con el proyecto, recursos materiales, centros de reunión, recursos financieros para el apoyo logístico y los gastos de bienestar de los participantes. Igualmente se avalúan los elementos favorables y obstáculos que puedan afectar el desarrollo del proceso.

Para identificar los comportamientos que se van a intervenir en los trabajadores, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos: *predisponentes*, en los que se incluye la motivación para lograr los comportamientos propuestos, la información de la que disponen los trabajadores, sus actitudes, valores y creencias; los *facilitadores*, que corresponden a los que los trabajadores tienen para lograr la conducta, una vez motivados para hacerlo, e incidir en el entorno, lo cual se traduce en las habilidades de los trabajadores y en la existencia y accesibilidad de instrumentos para lograrlo, y los *reforzantes*, que se van a utilizar después de que el grupo demuestre el logro de comportamientos saludables, mediante estímulos. Dentro de estos se incluyen las respuestas de los agentes claves: pareja, familia, compañeros de trabajo, los beneficios físicos (placer, comodidad, seguridad, disminución de ausentismo laboral, de accidentalidad) y recompensas tangibles como beneficios económicos, que se pueden obtener de la gerencia de la organización.

## **Planeación del proyecto educativo**

Teniendo en cuenta:

**1. Caracterización sociodemográfica de los participantes:** edades, géneros, nivel de escolaridad, estado civil, composición familiar, valores, costumbres.

**2. Planeación de los objetivos que se espera puedan alcanzar los participantes:** estos deben ser de tres tipos: cognoscitivos, afectivos y psicomotores. Los primeros describen los conocimientos por adquirir, los segundos, los comportamientos y los terceros se refieren a la aplicación de los conocimientos y los comportamientos.

**3. Elaboración del cronograma y determinación de las fechas de realización de las sesiones educativas y duración de estas:** deben tenerse en cuenta los periodos

vacacionales y las fechas especiales. Dado que la planeación se efectúa de manera semestral o anual y que desde la elaboración del proyecto hasta su ejecución hay un periodo más o menos largo, conviene que el cronograma sea flexible y se mantenga y realice el número de sesiones educativas (Freire, 1994, p. 76).

**4. Diseño de las sesiones educativas de tal manera que permitan alcanzar los objetivos propuestos:** en este paso se elaborará cada una de las sesiones educativas bajo la modalidad de taller, las cuales incluirán: título de cada uno, participantes y orientador, fecha y hora, objetivos, teniendo en cuenta que son los que van a lograr los participantes, recursos didácticos, equipos y ayudas didácticas. Se deben tener en cuenta los componentes de cada sesión: introducción, desarrollo y conclusiones.

**5. Evaluación:** en esta se consignan las sugerencias que dan los participantes.

**6. La metodología por utilizar:** esta puede ser inductiva, deductiva y siempre participativa; los trabajadores deben ser los actores fundamentales del proceso educativo, y los acompañantes, los orientadores o tutores.

**7. Estrategia metodológica:** en la educación de adultos la estrategia privilegiada es el taller, considerando que en esta se aprende haciendo, reflexionado y construyendo conocimientos que deben trascender la parte aplicativa mediante la apropiación de comportamientos saludables. Se privilegiará la metodología del taller dialógico, la cual se combinará con conferencias introductorias muy breves, trabajos de grupo y participación constante del auditorio (Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo, 2010, p. 6).

El taller educativo es una reunión de trabajo o grupo de personas en pequeños grupos o equipos con la finalidad de hacer aprendizajes prácticos según el objetivo principal. En este se producen ideas y materiales que no se reciben del exterior. También se concibe como una realidad integradora, compleja, reflexiva, en que se unen la teoría y la práctica para impulsar el proceso de aprendizaje mediante una comunicación constante con la realidad social y como un equipo de trabajo en el cual se realiza un diálogo de saberes para que cada miembro haga sus aportes específicos.

Permite formar, desarrollar y perfeccionar hábitos y habilidades que le facilitan al trabajador aplicar el conocimiento y cambiarse a sí mismo. En síntesis, conjuga un momento tiempo-espacio para la vivencia, la reflexión y la conceptualización, una síntesis del pensar, el sentir y el hacer; es el lugar para participar y aprender, para vincularse, comunicarse y por ende producir socialmente hechos y conocimientos (Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo, 2010, p. 6).

Tiene las siguientes características: los conocimientos se construyen a partir de una realidad concreta para transferirlos a otra para transformarla, se integra la teoría con la práctica.

Para llevarlo a cabo se requieren las siguientes condiciones: el orientador dirige a los participantes, pero, al mismo tiempo, adquiere junto a ellos experiencias de las realidades concretas en las que se desarrollan los talleres; en el trabajo de campo debe prestar su aporte profesional en las tareas específicas que se efectúen.

Finalmente se deben establecer las ayudas audiovisuales (instrumentos y equipos) y el material didáctico que se vaya a utilizar: folletos, cartillas, películas, carteles, plegables y periódicos.

**8. Puesta en común del proyecto con la organización y los trabajadores:** para retomar las sugerencias realizadas por los trabajadores, se consolidarán en formatos prediseñados y se tomará nota de las ideas planteadas en forma verbal. Esta fase se formaliza mediante un acta de compromiso entre los responsables del proceso educativo (administrativos, ARL y trabajadores).

### **Desarrollo del proyecto educativo**

Se desarrollarán las sesiones educativas planeadas, cada una de ellas finalizará con una evaluación y las sugerencias recibidas se tendrán en cuenta en la ejecución de las sesiones siguientes. Para evaluar es necesario establecer indicadores de cobertura, utilizar test de conocimientos previos y posteriores a las sesiones educativas y test de actitudes y guías de observación que lleven a valorar la aplicación de los conocimientos y las actitudes en la cotidianidad laboral.

### **Evaluación del proyecto**

Esta fase acompaña el desarrollo de todo el proceso educativo. Conviene implementarla desde la planeación, y los resultados se aplicarán en el mejoramiento del proceso. Se realiza teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Confrontación de lo planeado con lo realizado.
- Confrontación de los objetivos con los resultados.
- Utilidad de las modificaciones efectuadas.
- Manejo de los obstáculos presentados.
- Elementos favorecedores con los que no se había contado.
- Equipo de trabajo: reuniones celebradas, contenido de las mismas, sistema de registro, papel de cada miembro del equipo y satisfacción lograda por cada uno de ellos (Maya, 2007, p. 15-20).

- **Análisis de sugerencias:** al finalizar cada una de las sesiones, se deben recoger las sugerencias de los participantes con el fin de implementarlas en las sesiones siguientes.
- **Reporte de la implementación de las sugerencias:** se demuestra la metodología seguida para poner en práctica las recomendaciones dadas por los participantes.
- **Conclusiones:** se demuestra en forma escrita el logro de los objetivos propuestos al iniciar el desarrollo del proyecto educativo.
- **Actividades de monitoreo de la aplicación del proceso educativo en salud y seguridad en la ejecución de las funciones que deben asumir los trabajadores.**
- **Nuevas sugerencias y retroalimentación del proceso educativo.** Los trabajadores, una vez finalizado el proceso, durante una reunión manifestarán los aspectos positivos y los aspectos por mejorar, los que se tendrán en cuenta en la planeación del nuevo proceso educativo.

### **Elaboración del informe final**

El informe final lo elabora la ARL y se presenta a las directivas de la organización y a los trabajadores. Los aspectos centrales deben girar en torno a los logros, dificultades y forma de superarlas, aciertos, desaciertos, conclusiones y recomendaciones.

**Tabla 17.** Síntesis de la propuesta para el desarrollo del proceso educativo en salud y seguridad

| <b>FASE</b>   | <b>RESPONSABLES</b>                           | <b>PRODUCTOS</b>   |
|---|---|--|
| Planteamiento organizacional  | Representante legal de la organización<br>ARL | Conocimiento integral de la organización y de los trabajadores                         |
| Reunión del delegado de la ARL con el representante legal y el responsable de salud y seguridad laboral   | ARL<br>Organización                           | Necesidades educativas desde la perspectiva de la organización                         |
| Reunión del delegado de la ARL con los trabajadores   | ARL   | Necesidades educativas desde la perspectiva de los trabajadores                        |
| Análisis de las necesidades, selección y priorización de las susceptibles de intervenir con el proceso educativo  | ARL   | Necesidades por intervenir mediante procesos educativos                                |
| Identificación de recursos reales: humanos, materiales y financieros  | ARL<br>Organización<br>Trabajadores           | Recursos humanos, materiales y financieros disponibles para el desarrollo del proyecto |
| Planeación del proyecto educativo teniendo en cuenta:<br>-Caracterización sociodemográfica de los participantes<br>-Objetivos<br>-Cronograma<br>-Sesiones educativas<br>-Evaluación<br>-Metodología<br>-Ayudas audiovisuales<br>-Material didáctico | ARL   | Proyecto educativo   |
| Puesta en común del proyecto con la organización y los trabajadores   | ARL<br>Organización<br>Trabajadores           | Sugerencias al proyecto diseñado   |
| Desarrollo del proyecto educativo   | ARL<br>Organización<br>Trabajadores           | Logro de los objetivos del proyecto  |
| Evaluación del proceso educativo  | ARL<br>Organización<br>Trabajadores           | Retroalimentación del proceso  |
| Elaboración del informe final<br>Logros<br>Dificultades<br>Aciertos<br>Conclusiones<br>Recomendaciones  | ARL   | -Documento que demuestre la realización del proyecto educativo                         |

## REFERENCIAS

- Abú-Shams, K. & Llorente, M. P. (2005) Silicosis. En *Anales del sistema sanitario de Navarra*. (p. 83). Navarra, España: Gobierno de Navarra, Departamento de Salud.
- Algranti, E. et ál. (2004). Exposición a sílice y silicosis en el Programa Nacional de Eliminación de Silicosis en Brasil (PNES). *Cienc. Trab* 6(11), 1-13.
- Asepeyo (1991). *Manual multidisciplinar de prevención de riesgos laborales*. Madrid: McGraw Hill.
- Ausubel, D. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, (51), 267-272.
- Ayala, C. L. (1999). *Legislación en salud ocupacional y riesgos profesionales*. Bogotá: Ediciones Salud Laboral.
- Benenson, A. S. (1997). Manual para el control de las enfermedades transmisibles. *Revista Española de Salud Pública* 71, 499-500.
- Betancourt, O. (1995). *La salud y el trabajo*. Quito: CEAS.
- Caballero, A. (2006). *Inhalación de gases tóxicos*. Barcelona: Servicio de Neumología de la Clínica San Pedro Claver.
- Cardona, O. D. (2001). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión*. Bogotá: Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos, Universidad de Los Andes.
- Cascón, A. (2009). Riesgos asociados con las radiaciones ionizantes. *Revista Argentina de Cardiología*, 77(2), 123-128.
- Comunidad Andina de Naciones -CAN- (2004). *Decisión 584. Capítulo: 1. Artículo: 1. Literal j. 3*.
- Colombia, P. (2010). Sensibilidad y especificidad de las escalas ELI, SAL, LARSEN Modificado, Klockhoff y NIOSH para la calificación de la hipoacusia profesional en Popayán, Colombia. *Revista Facultad Ciencias de la Salud Universidad del Cauca*.
- Consejo Colombiano de Seguridad. (1988). *Elementos de protección personal*. Santa fe de Bogotá: CCS.
- Consejo Interamericano de Seguridad. (1981). *Manual de fundamentos de higiene industrial*. NJ USA: (CIS) Englewood.
- Corra, L. (2009) *Anexo B: Clasificación toxicológica de los plaguicidas. Herramientas de capacitación para el manejo responsable de plaguicidas y sus envases: efectos sobre la salud y prevención de la exposición*. S.l.: s.n.

- Cortés, E. et ál. (1982). Plaguicidas: proyecto de decreto reglamentario de la ley 09 de 1979. Bogotá: Ministerio de Salud.
- Cortés, J. M., & Díaz, J. M. C. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo*. S.l.: Tebar.
- De la Iglesia, A. et ál. (1992). *Epidemiología laboral*. Madrid: INSHT.
- Diario Oficial. (1984, abril). Decreto 614. (36561), 79.
- Dobb, M. (2005). *Estudios sobre el desarrollo del capitalismo*. México: Siglo XXI.
- Española, O. (2007). Toxicología. *Revista de Toxicología*.
- Estupiñán, M. R. & Mahecha, M. et ál. (2013). *Investigación cualitativa*. Tunja, Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Etxebarria, G. (1998). *Manual para la Formación en Prevención de Riesgos Laborales Ciss*. s.l.: s.n.
- Fakhri, Z. (2002). Riesgos biológicos en el lugar de trabajo. En *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ginebra, Suiza: Chantal Dufresne.
- Federación de Aseguradoras de Riesgos Profesionales –FASECOLDA-. (2012). *La enfermedad laboral en Colombia*. Recuperado de <http://ccs.org.co>
- Fernández, J., Butron, J. & Chourio, J. C. (2010). Efecto del ruido sobre la presión arterial en trabajadores de una empresa petrolera venezolana. *Investigación Clínica*, 51.
- Fernández, L., Suárez, R. & Batista, M. (2012). Caracterización de las neuropatías auditivas. *Correo Científico Médico*, 16(1).
- Ferreira, I. et ál. (1980). Gases y vapores. *Protección y Seguridad* 26(2), 4-9.
- Fondo de Riesgos Profesionales. (2014). *Reglamentación de la ley 1562 de 2012*. Recuperado de [www.minproteccionsocial.com/fondoriesgoslaborales](http://www.minproteccionsocial.com/fondoriesgoslaborales)
- Freire, P. (1994). Educación y participación comunitaria. En M. Castells et ál. *Nuevas perspectivas críticas en educación*. (pp. 76). Barcelona: Paidós.
- Freire, P. (1970). *La educación como práctica de la libertad*. Uruguay: Tierra Nueva.
- García, A. (1999). Los niveles de prevención de los riesgos laborales. *Gaceta Sanitaria*, 13, 173-176.
- García, A. (2008). El sistema general de riesgos profesionales vigente en Colombia. Una visión interna y desde la decisión 584, Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. *International Law, Revista Colombiana de Derecho Internacional*, 13.

- Gerges, S. & Arenas, J.P. (2004). *Fundamentos y control del ruido y vibraciones*. Brasil: NR Editora.
- Gil-Carcedo, E. (2003). *Clasificación de las hipoacusias. Hipoacusia neurosensorial*. España: Elsevier.
- Gilson, J. C. (1989). Asbestosis. En: *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. (pp. 289-294). Madrid: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- Gómez, C. (2004). *Trabalho e conhecimento: dilemas na educação do trabalhador. Trabajo y conocimiento: dilemas de la educación para el trabajador*. (5 ed.). Brasil: Cortez Editora.
- Guerrero, C. (2003, dic.). Principales anotaciones de las conferencias internacionales de educación de adultos de la UNESCO al campo de la formación ocupacional. *Education*, (20-21).
- Guyton, A. (2010). *Fisiología médica*. México: Mc Graw Hill Interamericana.
- Harvey, D. (2007). *Breve historia del neoliberalismo*. Madrid: Akal.
- Henao, F. (2007). *Introducción a la salud ocupacional*. Bogotá: Ecoe.
- Hernández, P. & Ortega, L. M. (2011). *Iluminación global por Photon-Mapping*. S.l.: s.n.
- Kourous, G. (1998). La salud y la seguridad laboral en las maquiladoras. El bienestar de los trabajadores está en juego. *Borderlines*, 47.
- Laurell, A. (1978, jul-sep). *Cuadernos políticos proceso de trabajo y salud*, no. 17. México DF: Era.
- Laurell, A. & Márquez, M. (1983). *Desgaste obrero en México: proceso de producción y salud*. (p. 20). México: Censa.
- Lehnhardt, E. & Giovanniello, O. (1992). *Práctica de la audiometría*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Lowe, J. (1978). *La educación de adultos. Perspectivas mundiales*. Salamanca, España: Sigueme.
- Mahecha, M. (1992). *El trabajo y la salud ocupacional*. Tunja, Colombia: Editorial UPTC.
- Marshall, B. E. & Longnecker, D. E. (1996). Anestésicos generales. *Las bases farmacológicas de la terapéutica* 8, 348-349.
- Martínez, C. & Fernández, G. (2002). Inhalación de sílice y cáncer de pulmón. Revisión de la evidencia. *Archivos de Bronconeumología* 38(1), 33-36.
- Mastandrea, C. et ál. (2005). Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Riesgos para la salud y marcadores biológicos. *Acta bioquímica clínica latinoamericana* 39(1), 27-36.
- Maya, A. (2007). *El taller educativo ¿Qué es?, fundamentos, como organizarlo y dirigirlo, ¿cómo evaluarlo?* (2ª ed.). Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

- Ministerio de la Protección Social. (2006). *Guía de atención integral basada en la evidencia para hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Ministerio de la Protección Social. (2008, julio). *Resolución 2646*. Bogotá: MPS.
- Ministerio de la Protección Social. (2011). *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional* (p. 95-107). Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1997). *Éxito en la gestión de la salud y la seguridad*. (2 ed.). Madrid: Servicio de Ediciones y Publicaciones INSHT.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (1999). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. España: Subdirección General de Publicaciones.
- Mondelo, P. R., Torada, E. G., Vilella, E. C., Uriz, S. C. & Lacambra, E. B. (2004). *Ergonomía 2: confort y estrés térmico*. Cataluña, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Nogareda, C. et ál. (2003). *Condiciones de trabajo y salud*. España: INSHT.
- Núñez, J. & González, N. (2006). *Colombia en el contexto de las metas del milenio: tropiezos, logros y el camino hacia adelante*. Documento CEDE. Bogotá: Uniandes.
- Osborne, D. (1996). *Ergonomía en acción*. México: Trillas.
- Observatorio de Física Cósmica, San Miguel Argentina. (1939). *Biblioteca Científica*, 13.
- Organización Internacional del Trabajo OIT (1998a). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. (3ª ed.). España: OIT-INSHT.
- Organización Internacional del Trabajo OIT. (1998b) *Lesiones profesionales. Tasas de lesiones profesionales, por actividad económica*. Recuperado de <http://laborsta.ilo.org/STP/guest>
- Organización Internacional del Trabajo. (2008). *Conceptos generales de ergonomía*. Recuperado de [www.oit.org](http://www.oit.org)
- Organización Panamericana de la Salud OPS. (2007). *La renovación de la atención primaria de salud en las Américas: documento de posición de la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS)*. OPS, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.
- Ortega, X. & Jorba, J. (1994). *Las radiaciones ionizantes: su utilización y riesgos*. Barcelona: UPC.
- Ortiz, F. (1987). *Vida y muerte del mexicano*. México: Folios.
- OSHAS (2007). Norma 18001:2007. *Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional*.

- Parmeggiani, L. (1989). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Vol 2. España: Ministerio de Trabajo y Seguridad en el Trabajo.
- Parra, M. (2003). *Conceptos básicos en salud laboral*. Santiago de Chile: Oficina Internacional del Trabajo OIT.
- Peiró, J. M. & Salvador, A. (1993). *Desencadenantes del estrés laboral*. Vol. 2. Madrid: Eudema.
- Ramírez, C. (2002) *Manual de seguridad industrial*. Tomo I. s.l.: s.n.
- Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo (2010). *La promoción de la salud en el trabajo: cuestionario para la evaluación de la calidad*. Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_639.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_639.pdf)
- Repetto, M. & Repetto, G. (2009). *Definiciones, conceptos y toxicología toxicidad. Glosario de conceptos toxicológicos. Toxicología fundamental*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Robledo, F. (2009). *Condiciones de trabajo y salud: diagnóstico integral*. Bogotá: Ecoe.
- Rozo, C. (2002). Fundamentos pedagógicos que sustentan el proceso de educación en salud. *Aquichan*, 227-35. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74120206>.
- Sempat, C. (1980). *Modos de producción en América Latina*. Cuadernos de Pasado y Presente. México: FCE.
- Seyle, H. & Solana, G. (1975). *Tensión sin angustia*. Madrid: Guadarrama.
- Shumpeter J. (1983). *Capitalismo, socialismo e democracia*. Brasil: Fundo de Cultura Ordem Livre Org.
- Stellman, J. (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Capítulo factores de riesgo biológico*. Ginebra, Suiza: Chantal Dufresne.
- Timio, M. (1983). *Las clases sociales y enfermedad. Introducción a una epidemiología diferencial*. (3a. ed.). México: Nueva Imagen.
- Torres, L. A. (1934). *La asociación antracosis, silicosis y tuberculosis pulmonar*. Bogotá: Uniandes.
- Universidad a Distancia de Madrid. (2012a). *Maestría en Prevención de Riesgos Laborales. Módulo Especialidad en Ergonomía Aplicada 2*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Financieros CEF.
- Universidad a Distancia de Madrid. (2012b). *Maestría en Prevención de Riesgos Laborales. Módulo Especialidad en Psicosociología Aplicada 2*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Financieros CEF.

- Universidad a Distancia de Madrid. (2012c). *Maestría en Prevención de Riesgos Laborales. Módulo Psicología*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Financieros CEF.
- Universidad a Distancia de Madrid. (2012d). *Maestría en Prevención de Riesgos Laborales. Módulo Fundamentos*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Financieros CEF.
- Universidad a Distancia de Madrid. (2012e). *Maestría en Prevención de Riesgos Laborales. Módulo Gestión de la Prevención*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Financieros CEF.
- Universidad a Distancia de Madrid. (2013). *Maestría en Prevención de Riesgos Laborales Módulo Ergonomía*. Madrid Editorial Centro de Estudios Financieros CEF.
- Universidad Nacional de Colombia. (2009). *Facultad de Enfermería Posgrados en Salud y Seguridad en el Trabajo*. Bogotá: UNAL.
- White, G. (2010). *Introducción al análisis de vibraciones. DLI Engineering*. Recuperado de [www.dliengineering.com](http://www.dliengineering.com)

Este libro se terminó de imprimir en octubre de 2015  
en el Grupo Imprenta y Publicaciones de la  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,  
con una edición de 200 ejemplares.

Tunja - Boyacá - Colombia