

Proyecto MatEmESp:

# MATRICES EMPLEO-



Las matrices empleo-exposición permiten organizar de forma sistemática características de las exposiciones laborales con riesgo para la salud por puestos de trabajo, tareas, ocupaciones y/o actividades industriales. Durante años se han utilizado para la investigación epidemiológica en salud laboral. Se ha demostrado también el interés de estas matrices en el campo de la gestión, vigilancia e intervención en materia de salud y seguridad en el trabajo. El proyecto MatEmESp tiene como objetivo la construcción de una matriz empleo-exposición para población trabajadora en España, a partir de la información disponible y contando con la experiencia y conocimientos de investigadores y técnicos en el ámbito de la prevención de riesgos laborales en nuestro país.

# EXPOSICIÓN

## *para trabajadores españoles*



Por **ANA M. GARCÍA**, Doctora en Medicina. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. Centro de Investigación en Salud Laboral. Universidad de Valencia [anagar@uv.es]. **M. CARMEN GONZÁLEZ-GALARZO**, Licenciada en Psicología. Centro de Investigación en Salud Laboral. Universitat Pompeu Fabra. **MIGUEL ÀNGEL ALBA**, Licenciado en Ciencias Químicas. Sociedad de Prevención de FREMAP. **JOSÉ GORDO**, Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales. IBERMUTUAMUR. **RUDOLF VAN DER HAAR**, Ingeniero en Ciencias Ambientales. MC MUTUAL. Universitat Pompeu Fabra. **FREDDY BRICEÑO**, Ingeniero en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental. Centro de Investigación en Salud Laboral. Universitat Pompeu Fabra. **RAFAEL GADEA**, Diplomado en Enfermería. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. **MARÍA LÓPEZ**, Diplomada en Estadística. Centro de Investigación en Salud Laboral. Universitat Pompeu Fabra. **FERNANDO G. BENAVIDES**, Doctor en Medicina. Centro de Investigación en Salud Laboral. Universitat Pompeu Fabra.

Una matriz empleo-exposición es una herramienta que permite relacionar ocupaciones (por ejemplo «carpintero») con las exposiciones potencialmente presentes en cada ocupación (por ejemplo, «disolventes», «polvo de madera», «ruido», «posturas forzadas», etc.). La matriz es esencialmente una tabla de conversión que proporciona información sobre las

exposiciones laborales para cada ocupación (cuando la puerta de entrada es «ocupación») y sobre las ocupaciones expuestas a cada agente (cuando la puerta de entrada es «agente»)<sup>[1]</sup>.

La construcción y uso de matrices empleo-exposición, fundamentalmente para la investigación epidemiológica, se generaliza a partir de los años 80, siendo el primer trabajo de referencia en este cam-

po el de Hoar y cols.<sup>[2]</sup> Estos autores construyeron una base de datos en la que se relacionaba un listado de ocupaciones (siguiendo la clasificación estándar de actividades industriales y ocupaciones de los Estados Unidos) con la exposición a agentes carcinogénicos (identificados mediante revisión de la evidencia bibliográfica). Para cada combinación ocupación-agente (un total de 15.000), los investigadores estimaban el nivel de exposición correspondiente sobre una escala de cuatro niveles: 0, exposición ausente (para ocupaciones que se consideraban no expuestas al agente en cuestión); 1, exposición ligera (para ocupaciones relacionadas con el uso del agente, pero cuyas tareas no implicaban niveles de exposición importantes); 2, exposición moderada (para ocupaciones con tareas relacionadas con el uso del agente que implicaban niveles de exposición mayores); y 3, exposición alta (en el caso de tareas que conllevaban exposición a niveles elevados del agente en cuestión).

Las matrices empleo-exposición se presentaban como una estrategia eficiente y útil para la investigación de asociaciones entre exposiciones laborales y problemas de salud en los estudios epidemiológicos de base poblacional. De hecho, como ya se ha comentado, uno de los primeros campos de aplicación de las matrices fue el de la identificación de carcinógenos de origen laboral<sup>[2-4]</sup>. En

la investigación epidemiológica sobre cancerígenos laborales es frecuente utilizar registros sanitarios (registros de cáncer, registros de mortalidad, etc.), en los que además de información sobre el problema de salud de interés se pueden encontrar otros datos relevantes, incluyendo la ocupación de los enfermos o fallecidos<sup>[5,6]</sup>. Justamente, el uso de matrices empleo-exposición se plantea como complemento para la medida de la exposición en los estudios epidemiológicos que utilizan la ocupación (*job title*) como indicador indirecto de los riesgos potenciales a los que un trabajador puede haber estado expuesto.

La propuesta de Hoar y cols.<sup>[2]</sup> para trabajadores de Estados Unidos pronto fue seguida por otras iniciativas similares. Así, Pannet y cols.<sup>[7]</sup> dan a conocer en 1985 una matriz empleo-exposición construida en base a las características y condiciones de exposición de la población trabajadora en Inglaterra y Gales. Asimismo, los datos del *National Occupational Hazard Survey* (NOHS), realizado en los años 70 por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de los Estados Unidos, se aprovecharon también para elaborar una matriz empleo-exposición con información sobre la situación de exposición de los trabajadores a un amplio listado de contaminantes (más de 8.000 agentes diferentes), caracterizando así el ambiente de trabajo en

Estados Unidos en esa década<sup>[8]</sup>. Posteriormente, esta línea se continúa con el *National Occupational Exposure Survey* (NOES), realizado entre 1981 y 1983, que reúne información sobre la situación de exposición a casi 13.000 agentes en trabajadores en 377 categorías de ocupación diferentes pertenecientes a unos 4.500 centros de trabajo de distintos tamaños y sectores de actividad<sup>[9]</sup>.

En los apartados siguientes se revisan los distintos tipos de matrices empleo-exposición existentes y sus aplicaciones para la investigación y gestión en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como el proceso de construcción y las principales características de MatEmESp, la primera matriz empleo-exposición general desarrollada para la población trabajadora en España.

### Tipos de matrices empleo-exposición según los ejes principales

En su forma más simple, una matriz empleo-exposición contiene dos ejes: uno de ocupaciones y otro de exposiciones o agentes (figura 1). Las matrices pueden incorporar otros ejes o dimensiones relacionados con las características de la exposición a los distintos agentes contemplados, por ejemplo actividad industrial, tamaño de la empresa,

**Figura 1.** Ejemplo de la estructura básica de una matriz empleo-exposición con dos ejes: ocupaciones y agentes. En las celdas de la matriz (zona sombreada) se incluiría la información relevante sobre las características de la exposición a cada agente en cada ocupación en los casos pertinentes.

Códigos (CNO-94)	Ocupaciones	Agentes				
		...	Hidrocarburos alifáticos/alíclicos	Hidrocarburos aromáticos	Benceno	Tolueno
...	...					
832	Operadores máquinas fabricar productos químicos					
8321	Operadores máquinas fabricar productos farmacéuticos y cosméticos					
8322	Operadores máquinas fabricar municiones y explosivos					
8323	Operadores máquinas pulidoras, galvanizadoras y recubridoras metales					
8324	Operadores máquinas fabricar accesorios fotográficos					
...	...					

**Tabla 1.** Ejemplos de usos de matrices empleo-exposición generales y matrices empleo-exposición específicas de industria, sector y tarea.

	Objetivos
<b>Matrices empleo-exposición generales</b> Pannett y cols., Br J Ind Med. 1985	Evaluar exposiciones laborales de riesgo para cáncer de pulmón en un estudio de casos y controles desarrollado en el Reino Unido.
De la Hoz y cols., Am J Ind Med. 1997	Estimar la prevalencia de exposición a agentes asmógenos de origen laboral en Estados Unidos.
Nurminen y Karjalainen, Scand J Work Environ Health. 2001	Estimar la proporción de muertes anuales relacionadas con exposiciones laborales que ocurren en Finlandia.
<b>Matrices empleo-exposición de industria o sector</b> Moulin y cols., Rev Epidem Santé Publ. 1997	Identificar los agentes relacionados con el riesgo de cáncer de pulmón en trabajadores de la industria metalúrgica.
Delclos y cols., Am J Respir Crit Care Med. 2007	Evaluar la asociación de asma con exposiciones laborales en profesionales sanitarios.
García Gómez y cols., Occup. Environ. Med. 2007	Describir la exposición histórica a mercurio en los mineros de Almadén.
<b>Matrices empleo-exposición por tareas</b> Dick y cols., Ann Occup. Hyg. 2010	Describir la exposición a diferentes familias de plaguicidas en relación a 81 tareas de trabajo.
Hyland y cols., Occup Environ Med. 2010	Describir la exposición a distintos productos de amianto en 12 tareas de trabajo.

periodo de tiempo calendario, etnia, edad o sexo del trabajador.

Según la estructura y contenidos de los ejes principales (ocupación y agente), se pueden diferenciar diferentes tipos de matrices empleo-exposición.

#### **Matrices generales**

En el eje de ocupaciones de la matriz se contemplan todas las categorías o denominaciones de ocupación que pueden darse en una población determinada, habitualmente a nivel nacional y siguiendo una clasificación estándar<sup>(10)</sup>, por ejemplo, un sistema nacional o internacional de clasificación de ocupaciones, como la Clasificación Nacional de Ocupaciones en España (CNO) o la *International Standard Classification of Occupations* de la OIT (ISCO). Las matrices empleo-exposición generales son útiles para la investigación, vigilancia o gestión de base poblacional. En la tabla 1 se presentan ejemplos de este tipo de matrices construidas con distintos objetivos.

### LA MATRIZ EMPLEO-EXPOSICIÓN ES ESENCIALMENTE UNA TABLA DE CONVERSIÓN QUE APORTA INFORMACIÓN SOBRE LAS EXPOSICIONES LABORALES PARA CADA OCUPACIÓN Y SOBRE LAS OCUPACIONES EXPUESTAS A CADA AGENTE

#### **Matrices específicas de industria o sector**

A diferencia de las matrices generales, las matrices específicas de industria o sector se concentran en la caracterización de las exposiciones laborales en una actividad industrial o sector específico. Por ello limitan su aplicación a estudios o intervenciones centrados en ese ámbito particular. Sin embargo, como consecuencia también de esa focalización, suelen ser más detalladas y pueden contener más y mejor información que las matrices generales acerca de las exposiciones en ese sector particular<sup>(11)</sup>. En la investigación epidemiológica resultan especialmente apropiadas para su utilización en estudios de cohortes. En la tabla 1 se presentan también ejemplos de este tipo de matrices.

#### **Matrices específicas de tareas**

El eje de ocupaciones en estas matrices se descompone en tareas, pudiendo incorporar información mucho más detallada sobre las exposiciones típicas en cada situación de trabajo<sup>(12)</sup>. Son especialmente útiles para planificar la prevención de riesgos laborales en un determinado sector o actividad, y también permiten refinar la información sobre exposición en los estudios epidemiológicos laborales. La tabla 1 recoge también algunos ejemplos de este tipo de matrices.

#### **Matrices específicas de agente**

Tanto las matrices generales como las específicas de industria o sector pueden contemplar en el eje de agentes dife-

rentes categorías de riesgos laborales o un subgrupo particular de agentes. Estas matrices se benefician también de mayor detalle en la estimación de las condiciones de exposición a esos agentes. En contrapartida, evidentemente estas matrices son solo útiles para evaluaciones o estudios sobre el agente o agentes en cuestión. En la tabla 2 se presentan algunos ejemplos de matrices empleo-exposición específicas de agentes.

### **Matrices específicas de enfermedad o problema de salud**

Es un planteamiento similar al de las matrices específicas de agente; en este caso se trata de matrices que pueden contemplar diferentes categorías y tipos de agente, pero todos los agentes incluidos comparten su asociación con un problema determinado de salud. De hecho, como ya se ha comentado, las primeras matrices empleo-exposición mostraban una cierta preferencia por agentes cancerígenos<sup>10)</sup>, aunque con el tiempo

se han ido ampliando los intereses a otras enfermedades, como se puede ver en los ejemplos de la tabla 2.

### **Las celdas o información en las matrices empleo-exposición**

Hasta ahora nos hemos referido a la estructura externa, ejes o armazón de las matrices empleo-exposición. Dichos ejes determinarán la organización de los datos contenidos en la matriz y las aplicaciones que se puedan dar a la misma. En las celdas de la matriz, es decir, en los cruces entre ocupación y agente, se encuentran los datos o información sobre distintas características de la exposición laboral a cada agente en la ocupación correspondiente. Habitualmente, sea cual sea el tipo de matriz empleo-exposición, en las celdas encontraremos estimaciones de una o más de las siguientes características relacionadas con la exposición:

**Tabla 2.** Ejemplos de matrices empleo-exposición específicas de agente y matrices empleo-exposición específicas de problema de salud.

Referencia	Agente
Johnson y Stewart, Scand J Work Environ Health. 1993	Organización del trabajo
Floderus y cols., Int. J Occup. Environ. Health. 1996	Campos magnéticos
London y Myers, Occup. Environ. Med. 1998	Agroquímicos
García Gómez y cols., Occup. Environ. Med. 2007	Mercurio
Referencia	Problemas de salud
Hoar y cols., J Occup. Med. 1980	Cáncer laboral
Sunyer y cols., Am. J Respir. Crit. Care Med. 1998	Bronquitis crónica
Van Tongeren y cols., Ann. Occup. Hyg. 2002	Disrupción endocrina
Delclos y cols., Am. J Respir. Crit. Care Med. 2007	Asma



- **Presencia de la exposición:** indicando simplemente si en una determinada ocupación está o no presente la exposición a un determinado agente.
- **Nivel o intensidad de la exposición:** referido a la intensidad o magnitud de la exposición al agente en particular en aquellas ocupaciones identificadas como expuestas al mismo.
- **Proporción de expuestos, prevalencia o probabilidad de la exposición:** referido a la proporción de trabajadores en la correspondiente ocupación que están expuestos al correspondiente agente.
- **Tiempo o frecuencia de la exposición:** referido a la fracción o proporción del



Todos estos parámetros relacionados con la exposición podrán estar caracterizados en las celdas de la matriz de forma cualitativa (sí/no), ordinal (escalas categóricas con más o menos niveles; por ejemplo, intensidad de la exposición baja/moderada/alta) o cuantitativa (por ejemplo, niveles de concentración del agente en las unidades correspondientes, prevalencia o tiempo de exposición en porcentajes numéricos, etc.).

### Fuentes de información para la construcción de matrices empleo-exposición

Habitualmente, expertos en las condiciones de trabajo y situaciones de exposición a los distintos agentes y contaminantes laborales de interés (higienistas industriales, prevenciónistas, técnicos, médicos del trabajo, ergónomos, epidemiólogos laborales, etc.) son los encargados de completar los contenidos (celdas) de las matrices empleo-exposición. En la tabla 3 se presentan ejemplos de fuentes de información utilizadas para construir matrices empleo-

tiempo de trabajo (por ejemplo, en jornada habitual) durante la que el trabajador está expuesto al agente en dicha ocupación.

■ **Grado de exposición:** se define en algunas matrices como una combinación entre la intensidad de la exposición y la proporción de trabajadores expuestos.

■ **Confianza:** fiabilidad de los datos e información en las celdas de la matriz; dependerá del conocimiento de los expertos que participen en la construcción de la matriz y de la calidad de las fuentes disponibles en relación con cada agente y ocupación en cuestión.

**Tabla 3.** Ejemplos de fuentes de información utilizadas para la construcción de diferentes matrices empleo-exposición.

Referencia	Agentes en la matriz	Fuentes
Hoar y cols., J Occup. Med. 1980	Cancerígenos	Conocimiento experto Literatura <sup>a</sup>
Pannet y cols., Br. J Ind. Med. 1985	Químicos, físicos, biológicos	Conocimiento experto Otras MEE. Literatura <sup>a</sup>
Sieber y cols., Am. J Ind. Med. 1991	Químicos, físicos, biológicos	<i>National Occupational Hazard Survey</i> del NIOSH <sup>b</sup>
Kauppinen y cols., Am. J Ind. Med. 1998	Químicos, físicos, biológicos, seguridad, ergonómicos, psicosociales	Conocimiento experto Literatura <sup>a</sup> Bases de datos del FIOH <sup>c</sup> Encuestas condiciones trabajo

*a Informes institucionales, manuales técnicos, revistas científicas*  
*b National Institute of Occupational Safety and Health, EEUU*  
*c Finnish Institute of Occupational Health, Finlandia*

exposición en diferentes países y con distintos fines.

Las estrategias para la búsqueda de información y las fuentes en las que se basa la información contenida en una matriz no siempre están descritas con suficiente detalle. Una matriz basada en la «experiencia» del evaluador será representativa de las situaciones que abarque el conocimiento de dicho evaluador, difíciles de valorar<sup>(13)</sup>. En muchos casos esa experiencia se completa con la consulta de fuentes bibliográficas. Algunas matrices<sup>(14)</sup> incluyen también información detallada sobre las fuentes en las que se ha basado el experto para sus estimaciones. Este procedimiento resulta evidentemente mucho más riguroso y útil para revisar o aplicar la matriz en diferentes contextos.

### Uso de las matrices empleo-exposición para la investigación

Una parte sustancial de la investigación epidemiológica acerca de los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores se ha basado en el análisis de las relaciones entre la ocupación del trabajador y la enfermedad o resultado negativo en salud de interés. En este tipo de estudios con frecuencia se utilizan fuentes de información tales como registros de mortalidad, registros de cáncer, registros sanitarios o encuestas, en donde se recoge, junto a los datos de salud y otras características personales relevantes, la ocupación del trabajador en el momento del registro o entrevista, o referida a lo largo de su vida laboral.

El uso de matrices empleo-exposición en investigación epidemiológica permite analizar más específicamente las relaciones de los agentes o exposiciones, en lugar de las ocupaciones, con los pro-

blemas de salud de interés, lo que evidentemente enriquece el análisis y amplía las oportunidades de identificar asociaciones relevantes<sup>(15)</sup>. También aporta información más útil de cara a las recomendaciones o acciones preventivas pertinentes.

Sin embargo, el uso de matrices empleo-exposición en los estudios de epidemiología laboral tampoco está exento de limitaciones. Resulta obvio que, aunque en una matriz se identifique una determinada ocupación en una determinada industria en la que se haya constatado exposición, incluso sustancial, a un determinado agente, ello no implica nece-

sariamente que todas las personas que trabajan en esa ocupación y en esa industria estén expuestas al agente. La información sobre la prevalencia o proporción de trabajadores expuestos al agente en cada ocupación permite minimizar este sesgo de información, pero está información no siempre es conocida. Adicionalmente, en el colectivo de trabajadores expuestos pueden existir también variaciones importantes en los niveles y tiempos de exposición en función de los procesos de producción y las medidas de prevención colectivas (por ejemplo, aislamiento o ventilación) o individuales (por ejemplo, prácticas de trabajo o uso de equipos



Latinstock

de protección personal). Por otra parte, cada matriz empleo-exposición se elabora según los datos disponibles para una determinada población laboral y en un determinado periodo, lo que hace que su extrapolación a lugares y periodos diferentes no sea siempre adecuada<sup>(3,14)</sup>.

En la matriz empleo-exposición basada en el *National Occupational Hazard Survey* llevado a cabo por el NIOSH de los Estados Unidos entre 1972 y 1974 se ilustra con un ejemplo el margen de error en la asignación de exposición a partir de la matriz empleo-exposición según agente y ocupación: tanto los reparadores de maquinaria industrial en la industria de abastecimientos de agua como los montadores de equipos eléctricos y electrónicos en industrias de comunicaciones están expuestos a plomo metálico. Pero mientras que, según los datos disponibles, los expuestos son casi el 60% de los ocupados en el primer grupo, no llegan al 2% en el segundo<sup>(6)</sup>.

Otro problema también relacionado con las matrices empleo-exposición es la naturaleza de los datos que se utilizan para su construcción. La información proporcionada por la matriz se basa en los datos y la experiencia de higienistas industriales y otros técnicos que miden regularmente los niveles de exposición a los distintos agentes en circunstancias reales de trabajo. Sin embargo, con frecuencia estas mediciones se planifican y realizan en aquellos trabajadores, puestos, zonas o situaciones en los que se prevé que la exposición va a ser más elevada, justamente por ser las situaciones que más pueden necesitar acciones de control. Como resultado de ello, los da-

tos incluidos en la matriz pueden ser representativos de las peores situaciones de exposición y, por lo tanto, deberán tratarse con precaución<sup>(16)</sup>.

Además de estas limitaciones, la calidad de los resultados obtenidos por la aplicación de una matriz empleo-exposición a una determinada serie de datos (por ejemplo, procedentes de un registro sanitario o de la aplicación de un cuestionario) dependerá siempre de la calidad intrínseca de los datos originales. La información disponible sobre la ocupación en dichas fuentes es la clave que permitirá relacionar una historia laboral con la exposición a los agentes incluidos en la matriz. Lamentablemente, la información sobre ocupación no suele ser de mucha calidad en los registros sanitarios rutinarios, y tampoco suele cuidarse en exceso en los cuestionarios a menos que exista un interés específico por la situación y antecedentes laborales del encuestado. Con frecuencia la información sobre ocupación está ausente, es demasiado inespecífica o no cubre adecuadamente el periodo temporal relevante. La matriz permite la transformación de ocupaciones en exposiciones. Para que esa transformación sea de provecho en los estudios epidemiológicos basados en registros, la información sobre ocupaciones en los registros en cuestión debe ser suficientemente fiable y válida.

A pesar de sus limitaciones, la investigación epidemiológica basada en el uso de matrices empleo-exposición ha proporcionado claves importantes en la identificación de agentes y situaciones de riesgo que afectan negativamente a la salud de los trabajadores.

## Usos de las matrices empleo-exposición para la prevención

Las matrices empleo-exposición tienen también interés para las acciones de vigilancia y control en seguridad y salud en el trabajo. La matriz empleo-exposición finlandesa (FINJEM) contempla específicamente estas aplicaciones más allá de la investigación epidemiológica<sup>(14)</sup>. FINJEM es una matriz general, con información cuantitativa sobre niveles y prevalencias de exposición a riesgos laborales de distinta naturaleza. La construcción de la primera versión de FINJEM se llevó a cabo a principios de la década de los 90, y desde entonces se ha ido revisando y actualizando periódicamente cada tres años desde el Finnish Institute of Occupational Health (FIOH). La información recogida en FINJEM se utiliza para realizar el seguimiento de la situación de las exposiciones a riesgos laborales en Finlandia. FINJEM contiene información sobre exposición a 74 agentes, incluyendo contaminantes físicos (ruido, vibraciones, temperatura, radiaciones, etc.), químicos (disolventes, metales, polvos minerales, etc.), microbiológicos (esporas, bacterias), riesgos ergonómicos (posturas, manipulación de cargas, movimientos repetidos, etc.) y factores psicosociales (demandas, control, apoyo, clima social, etc.). El eje de ocupaciones se basa en la Clasificación de Ocupaciones utilizada en el Censo de Finlandia, con 311 categorías de ocupación. Fruto de su actualización periódica, FINJEM contempla estimaciones para diferentes periodos temporales. En FINJEM se incluye también de forma resumida información sobre la procedencia de las estimaciones en las celdas, con las correspondientes referencias bibliográficas y documentales. Esto facilita la revisión y actualización de la matriz, además de aportar fiabilidad y rigor a todo

EL USO DE MATRICES EMPLEO-EXPOSICIÓN EN LOS ESTUDIOS DE EPIDEMIOLOGÍA LABORAL HA PERMITIDO IDENTIFICAR FACTORES DE RIESGO PARA LA SALUD DE LOS TRABAJADORES, INCLUYENDO CANCERÍGENOS, ALERGENOS Y OTROS AGENTES NOCIVOS

el proceso de construcción y revisión de la misma. FINJEM es una herramienta fundamental para la planificación y evaluación de la prevención de riesgos laborales en Finlandia<sup>[14,17,18]</sup>.

Puesto que una matriz empleo-exposición reúne de forma organizada la información sobre las condiciones de exposición a riesgos laborales en un contexto determinado, su interés como herramienta de vigilancia y control en este sentido es obvio. Si además esta información se actualiza periódicamente, la matriz permite evaluar (al nivel correspondiente: empresa, sector, población) el impacto de las intervenciones sobre las exposiciones o riesgos, que serán evidentes antes de su impacto sobre los efectos o daños en la salud.

En España es difícil caracterizar con un cierto nivel de precisión y en un momento determinado las situaciones de exposición a los distintos agentes y riesgos laborales. También faltan sistemas de información sistemáticos y centralizados que permitan el seguimiento de estos problemas en el tiempo, permitiendo evaluar la efectividad de normativas, directrices políticas como la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2007-2012, o cambios en las estrategias de organismos de control como la Inspección de Trabajo. Resulta difícil evaluar las intervenciones y establecer prioridades cuando los sistemas de información sobre riesgos y daños son deficientes o incompletos. Si el registro de enfermedades profesionales funcionara correctamente en España<sup>[19,20]</sup>, serviría para conocer la evolución en el tiempo de la incidencia de daños laborales relacionados con una variedad de riesgos y exposiciones prevenibles y sobre las que se debe actuar. Por otra parte, la única fuente regular para la obtención de información sobre las condiciones de trabajo a nivel poblacional en España son las encuestas de condi-

### SERÍA MUY ÚTIL ORGANIZAR EN FORMA DE MATRIZ EMPLEO-EXPOSICIÓN LA INFORMACIÓN RETROSPECTIVA RECABADA EN ESPAÑA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS SOBRE LA EXPOSICIÓN A RIESGOS LABORALES EN LOS LUGARES DE TRABAJO

ciones de trabajo, tremendamente útiles en su condición de fuente sistemática y periódica de información, aunque tampoco exentas de problemas y limitaciones<sup>[21,22]</sup>, entre otros el hecho de que las exposiciones son referidas por los propios trabajadores, no siempre conocedores de los riesgos específicos presentes en su lugar de trabajo<sup>[23]</sup>.

Sin embargo, desde la entrada en vigor de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención, hace ya más de una década, las evaluaciones de riesgos han conllevado una intensa actividad por parte de los técnicos de prevención en un número considerable de empresas. Fruto de toda esta actividad se ha ido acumulando una gran cantidad de información retrospectiva sobre la exposición a riesgos laborales en los lugares de trabajo, que se renueva y actualiza, que cubre todos los sectores laborales y un número significativo de trabajadores en toda España. Si se pudiera recopilar y organizar sistemáticamente esa información en forma de matriz empleo-exposición, se dispondría de una herramienta muy útil para la vigilancia, la planificación y la evaluación de la acción preventiva en nuestro país.

Por ejemplo, se podría priorizar la atención a los distintos riesgos laborales en una determinada empresa utilizando como guía la información sobre frecuencia y grado de la exposición a los mismos en el correspondiente sector y ocupaciones contenidos en la matriz. Los resultados de las evaluaciones de riesgos en la empresa se podrían comparar con los valores proporcionados por la matriz a nivel nacional, como referencia.

Los datos de una matriz empleo-exposición general podrían servir también para establecer prioridades y planificar las necesidades preventivas a nivel sectorial, o en los diferentes ámbitos territoriales, en función de la prevalencia y relevancia de la exposición a riesgos laborales, no de la incidencia de los daños (accidentes y enfermedades). La información disponible a nivel de comunidad autónoma se podría comparar con el referente nacional. La actualización periódica de dicha matriz permitiría también evaluar los progresos conseguidos y la eficacia de las acciones preventivas a todos estos niveles.

La descripción de los riesgos prioritarios por ocupaciones contenida en la matriz puede servir de apoyo y orientación también a la hora de planificar actividades de información y formación para la prevención de riesgos laborales dirigidas a los trabajadores, especialmente a nivel sectorial y territorial.

En el ámbito sanitario, la información recogida en una matriz empleo-exposición podría servir como orientación para transformar la ocupación de una persona en exposiciones laborales, contribuyendo así al proceso de sospecha e identificación de potenciales relaciones entre los problemas de salud y dichas exposiciones. Tanto desde la atención primaria como especializada, esta información contribuiría a orientar de manera específica la anamnesis para la búsqueda de posibles causas de origen laboral de los problemas de salud. Todo ello podría mejorar el sistema de reconocimiento y notificación de enfermedades relacionadas con el trabajo a nivel poblacional<sup>[24]</sup>.

Las matrices empleo-exposición también pueden tener aplicación como herramientas de ayuda para orientar de manera adecuada las acciones de vigilancia de la salud en los servicios de medicina del trabajo. Reconstruyendo la historia laboral del trabajador, el médico tendría en la matriz una primera orientación sobre los riesgos y exposiciones relacionados con la ocupación actual o anteriores<sup>(16)</sup>. Esta información podría

ser también de interés para la resolución de demandas judiciales.

Por otra parte, en el reciente debate suscitado en España y otros países europeos acerca del retraso en la edad de jubilación se argumentaba, entre otros aspectos, la posibilidad de discriminar en los tiempos correspondientes de vida laboral activa en función de la carga de trabajo y penosidad asociada a determinadas ocupaciones. Una matriz

empleo-exposición general podría resultar útil para, en función de la frecuencia e intensidad de las distintas exposiciones a riesgos laborales, graduar las ocupaciones de acuerdo a dicho criterio.

Por último, en el proceso de construcción de la matriz empleo-exposición general para población trabajadora española que se describe en el siguiente apartado (Proyecto MatEmESp), en el que colaboran técnicos de distintos servicios de prevención en España, se están poniendo de manifiesto dos cuestiones que pueden repercutir positivamente en las prácticas y cultura científica de estos servicios. En primer lugar, la información recogida con fines inmediatos para las actividades preventivas rutinarias de los servicios adquiere nuevos valores y utilidades. En segundo lugar, se está demostrando también la importancia de identificar y definir de forma precisa los datos de principal interés y sistematizar su recogida en las evaluaciones de riesgos, de manera que esta información sea fácilmente utilizable, por ejemplo, para la construcción de la matriz, pero también para su aplicación en otros campos de conocimiento o investigación. De hecho, un sistema que centralizara una información mínima a partir de los miles de datos que se generan en las actividades de evaluación de riesgos en las empresas españolas, siguiendo el modelo de la matriz empleo-exposición del Finnish Institute of Occupational Health of Finlandia, sería sin duda una herramienta valiosísima para la investigación, vigilancia y protección de la salud y seguridad en nuestro país.

### Matriz empleo-exposición española: proyecto MatEmESp

El proyecto MatEmESp se inicia en el año 2009 con una ayuda económica del Instituto de Salud Carlos III del Minis-



terio de Ciencia e Innovación y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) (referencia PI081496). El objetivo general del proyecto se planteaba en los siguientes términos: «Construir una matriz empleo-exposición para la población laboral española para el periodo 1996-2005 que permita asignar de forma automática la probabilidad e intensidad de exposición a riesgos laborales de diferentes categorías según la ocupación del trabajador». Para ello se partía de la estructura y contenidos de la matriz empleo-exposición finlandesa (FINJEM), considerada como el mejor modelo de matriz empleo-exposición general disponible. El proyecto se estructura en cuatro objetivos específicos: 1) revisar y completar el eje de ocupaciones de FINJEM para adaptarlo a las características de la población laboral española; 2) revisar, adaptar y completar el eje de agentes y exposiciones laborales incluidos en FINJEM para adaptarlo a las características de la población laboral española; 3) estimar en cada celda de la matriz la prevalencia de exposición (proporción) para cada agente/exposición en relación con cada ocupación/actividad en España; 4) estimar en cada celda de la matriz el nivel de exposición (cuantitativo) para cada agente/exposición en relación con cada ocupación/actividad en España.

El periodo de interés en MatEmESp (1996-2005) se establece en base a la entrada en vigor de la actual normativa sobre prevención de riesgos en España (Ley 31/1995, RD 39/1997), momento a partir del cual se multiplica y sistematiza la actividad de evaluación de riesgos en las empresas. El interés de MatEmESp se extiende a lo largo de esos diez años y la información disponible para cada agente se referirá a dicha ventana temporal.

En el eje de ocupaciones de MatEmESp se sigue la Clasificación Nacional de Ocupaciones (CNO-94), a dos, tres y cuatro

### LA MATRIZ EMPLEO-EXPOSICIÓN MatEmESp PERMITIRÁ DESCRIBIR LOS PERFILES DE EXPOSICIÓN A AGENTES HIGIÉNICOS, DE SEGURIDAD, ERGONÓMICOS Y PSICOSOCIALES, ASÍ COMO LAS CONDICIONES DE EMPLEO, EN LAS DISTINTAS OCUPACIONES DE LA POBLACIÓN TRABAJADORA EN ESPAÑA

dígitos en función de la información disponible para cada agente. Por su parte, en el eje de agentes se contemplan agentes higiénicos, ergonómicos, psicosociales, de seguridad y condiciones de empleo. En la tabla 4 se presenta una relación de los agentes incluidos en MatEmESp. Los expertos participantes en la construcción de MatEmESp se han organizado en cinco grupos de trabajo: higiene, ergonomía, psicosociales, seguridad y condiciones de empleo.

Para los agentes higiénicos (físicos, químicos y biológicos), en MatEmESp se han mantenido los criterios y definiciones utilizados en FINJEM. El grupo de trabajo de higiene se ha basado fundamentalmente en los datos contenidos en FINJEM y en la información disponible en evaluaciones de riesgos higiénicos en empresas españolas. Hasta el momento se ha conseguido cubrir una parte de los agentes higiénicos contemplados, y el trabajo sigue en progreso. Han aparecido diferencias en cuanto a las ocupaciones expuestas a los distintos agentes en Finlandia y en España. Y también se ha planteado el interés de incluir en MatEmESp algunos agentes no contemplados en FINJEM. La categoría de agentes higiénicos en MatEmESp posiblemente requiera mayor continuidad del proyecto en el tiempo para ampliar y mejorar la información disponible.

Para la categoría de agentes ergonómicos en MatEmESp se ha recurrido fundamentalmente a las encuestas de condiciones de trabajo disponibles en nuestro país, a nivel nacional y autonómico. Según la propuesta de agentes en FIN-

JEM y las posibilidades de las fuentes españolas, se identificaron y definieron ocho riesgos ergonómicos (tabla 4). Un procedimiento similar se ha seguido para las exposiciones a riesgos psicosociales (tabla 4), cuya información en MatEmESp procede fundamentalmente de los resultados de la aplicación del cuestionario CoPsoQ-ISTAS21 a una muestra representativa de la población asalariada en España<sup>[25]</sup>. En la medida en que los datos lo permitan, en MatEmESp se proporcionará información diferenciada de la exposición a estos riesgos según características de los trabajadores en cada ocupación (edad, sexo, nivel de estudios, nacionalidad).

En relación con los agentes de seguridad en MatEmESp (tabla 4) se ha seguido una estrategia particular. El límite inferior de exposición se obtiene a partir de las percepciones de exposición a riesgos específicos de accidente referidas por los trabajadores entrevistados en las encuestas de condiciones de trabajo<sup>[26]</sup>. El límite superior viene marcado por la incidencia de lesiones no mortales con baja por accidente de trabajo en jornada por 1.000 trabajadores (asalariados, 16-70 años) para cada uno de los factores de riesgo seleccionados, según las estadísticas de accidentes de trabajo del Ministerio de Trabajo e Inmigración y las correspondientes poblaciones de asalariados estimadas en la Encuesta de Población Activa del Instituto Nacional de Estadística (INE). Los riesgos se han definido según la variable «forma de contacto» del sistema Delt@ (Orden TAS/2926/2002), reducida a siete categorías (tabla 4). Las

**Tabla 4.** Agentes considerados en MatEmEsp (matriz empleo-exposición para población trabajadora en España).

	Químicos	Físicos	Biológicos	
<b>Higiene</b>	<p>Hidrocarburos alifáticos/alíclicos</p> <p>Hidrocarburos aromáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Benceno</li> <li>-Tolueno</li> </ul> <p>Hidrocarburos clorados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Diclorometano (cloruro de metileno)</li> <li>-Percloroetileno</li> <li>-1,1,1-tricloroetano</li> <li>-Tricloroetileno</li> </ul> <p>Otros disolventes orgánicos</p> <p>Hidrocarburos aromáticos policíclicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Benzo(a)pireno</li> </ul> <p>Polvos orgánicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Animales</li> <li>-Harina</li> <li>-Cuero</li> <li>-Plantas</li> <li>-Papel o pulpa</li> <li>-Polímeros sintéticos</li> <li>-Textiles</li> <li>-Madera</li> <li>-Madera blanda</li> <li>-Madera dura</li> </ul> <p>Productos basados en el petróleo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Humos asfálticos</li> <li>-Gasolina</li> <li>-Oil mist – aerosol aceites minerales</li> </ul>	<p>Polvos minerales inorgánicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Amianto</li> <li>-Fibras minerales artificiales</li> <li>-Cuarzo (sílice cristalina)</li> <li>-Otros polvos minerales</li> </ul> <p>Metales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cadmio</li> <li>-Cromo</li> <li>-Hierro</li> <li>-Plomo</li> <li>-Níquel</li> </ul> <p>Formaldehído</p> <p>Humos de soldadura</p> <p>Arsénico</p> <p>Humos de combustión diésel</p> <p>Humos de combustión gasolina</p> <p>Monóxido de carbono</p> <p>Compuestos volátiles de azufre</p> <p>Dióxido de azufre</p> <p>Plaguicidas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fungicidas</li> <li>-Herbicidas</li> <li>-Insecticidas</li> </ul> <p>Detergentes</p> <p>Isocianatos</p>	<p>Frío</p> <p>Calor</p> <p>Radiaciones ionizantes</p> <p>Campos magnéticos baja frecuencia</p> <p>Radiofrecuencias</p> <p>Radiaciones ultravioleta</p> <p>Ruido impulsivo</p> <p>Ruido (percibido)</p> <p>Ruido (dB)</p> <p>Ultrasonidos baja frecuencia</p> <p>Ultrasonidos alta frecuencia</p>	<p>Esporas de mohos (xerofilicas, mesofilicas, termotolerantes)</p> <p>Bacterias gram-negativas (de origen no humano)</p>
<b>Ergonomía</b>	<p>Posturas forzadas</p> <p>Manipulación de cargas</p> <p>Esfuerzo físico</p> <p>Movimientos repetitivos</p>	<p>Trabajo sedentario</p> <p>Trabajo de pie</p> <p>Vibraciones</p> <p>Uso pantallas de visualización de datos</p>		
<b>Psicosociales</b>	<p>Ritmo de trabajo</p> <p>Exigencias cuantitativas</p> <p>Exigencias emocionales</p> <p>Influencia</p> <p>Posibilidades de desarrollo</p>	<p>Apoyo social de supervisores</p> <p>Apoyo social de compañeros</p> <p>Inseguridad</p> <p>Empleabilidad</p> <p>Recompensa</p>		
<b>Seguridad</b>	<p>Golpe sobre o contra, resultado de una caída o tropiezo</p> <p>Choque o golpe contra un objeto o fragmento proyectado</p> <p>Golpe resultado de un tropiezo o choque con objeto inmóvil</p> <p>Contacto con agente material cortante o punzante</p>		<p>Desplomes, derrumbamientos y atrapamientos</p> <p>Sobreesfuerzo físico</p> <p>Violencia</p>	
<b>Condiciones de empleo</b>	<p>Tipo de contrato</p> <p>Tipo de jornada</p> <p>Trabajo fin de semana</p> <p>Trabajo nocturno</p> <p>Turnos de trabajo</p> <p>Horas de trabajo</p> <p>Horas extraordinarias</p>		<p>Salario base</p> <p>Pagas extraordinarias</p> <p>Complementos salariales</p> <p>Cotizaciones seguridad social</p> <p>Salario bruto anual</p> <p>Edad</p> <p>Sexo</p> <p>Nivel de estudios</p>	

exposiciones a riesgos de seguridad se estimarán en MatEmESp, también en función de las posibilidades, según características de los trabajadores en cada ocupación (edad, sexo).

Por último, en MatEmESp se incluye también información sobre condiciones de empleo en cada ocupación (tabla 4). Los datos correspondientes proceden de las Encuestas de Población Activa y de la Encuesta de Estructura Salarial, ambas elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

## Conclusiones

Las matrices empleo-exposición han mostrado su utilidad e interés para la

investigación y gestión de los problemas de salud y seguridad en el trabajo. La disponibilidad de una matriz empleo-exposición adaptada a las condiciones laborales y características de la exposición en trabajadores españoles puede enriquecer las estrategias y acciones en este campo en nuestro país. En el proceso de construcción de MatEmESp se han puesto de manifiesto las dificultades y fortalezas de esta herramienta, en cuya utilidad futura influirá también la posibilidad de mantener activo un mecanismo para la revisión y actualización de la información. La primera versión de MatEmESp, cuya finalización está prevista para 2011, se hará públicamente

accesible a través de una aplicación informática específica, diseñada para facilitar la consulta y la utilización de los datos por los distintos tipos de usuarios, así como para gestionar la inclusión de nueva información en la matriz. ♦

## AGRADECIMIENTOS

Salvador Moncada (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud; evaluación de riesgos psicosociales).

## FINANCIACIÓN

Instituto de Salud Carlos III del Ministerio de Ciencia e Innovación y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) (referencia PI081496). Consellería de Sanidad de la Generalitat Valenciana (referencia 066/2009). Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Fundación Prevent.

## PARA SABER MÁS

- [1] Armstrong B.K., White E., Saracci R. Principles of exposure measurement in epidemiology. Oxford: Oxford University Press; 1992.
- [2] Hoar S.K., Morrison A.S., Cole P., Silverman D.T. An occupational and exposure linkage system for the study of occupational carcinogenesis. *J Occup Med.* 1980; 22: 722-6.
- [3] Hinds M.W., Kolonel L.N., Lee J. Application of a job-exposure matrix to a case-control study of lung cancer. *J Natl Cancer Inst.* 1985; 75: 193-7.
- [4] Linet M.S., Stewart W.F., van Natta M.L., et al. Comparison of methods for determining occupational exposure in a case-control interview study of chronic lymphocytic leukaemia. *J Occup Med.* 1987; 29: 136-41.
- [5] Goldberg M., Imbernon E. The use of job exposure matrices for cancer epidemiology research and surveillance. *Arch Public Health.* 2002; 60: 173-185.
- [6] Pukkala E., Guo J., Kyrrönen P., Lindbohm M.L., Sallmén M., Kauppinen T. National job-exposure matrix in analyses of census-based estimates of occupational cancer risk. *Scand J Work Environ Health.* 2005; 31: 97-107.
- [7] Pannet B., Coggon D., Acheson A.D. A job-exposure matrix for use in population based studies in England and Wales. *Br J Ind Med.* 1985; 42: 777-83.
- [8] Sieber W.K., Sundin D.S., Frazier T.M., Robinson C.F. Development, use, and hazard availability of a job exposure matrix based on National Occupational Survey Data. *Am J Ind Med.* 1991; 20: 163-74.
- [9] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). National Occupational Exposure Survey [consultado 31 may 2011]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/noes/>
- [10] Kromhout H., Vermeulen R. Application of job-exposure matrices in studies of the general population: some clues to their performance. *Eur Respir Rev.* 2001; 11: 80-90.
- [11] Goldberg M., Kromhout H., Guénel P., Fletcher A.C., Gérin M., Glass D.C., Heederik D., Kauppinen T., Ponti A. Job Exposure Matrices in Industry. *Int J Epidemiol.* 1993;22(Suppl 2):S10-S15.
- [12] Benke G., Sim M., Fritschl L., Aldred G. Beyond the Job Exposure Matrix (JEM): the Task Exposure Matrix (TEM). *Ann Occup Hyg.* 2000; 44:475-82.
- [13] Bouyer J., Hémond D. Retrospective evaluation of occupational exposures in population-based case-control studies: general overview with special attention to job exposure matrices. *Int J Epidemiol.* 1993; 22 (Suppl. 2): S57-S64.
- [14] Kauppinen T., Toikkanen J., Pukkala E. From cross-tabulations to multipurpose exposure information systems: a new job-exposure matrix. *Am J Ind Med.* 1998; 33: 409-17.
- [15] Feingold L., Savitz D.A., John E.M. Use of a job-exposure matrix to evaluate parental occupation and childhood cancer. *Cancer Causes Control.* 1992; 3: 161-9.
- [16] Checkoway H., Pearce N.E., Crawford-Brown D.J. Research methods in occupational epidemiology. Oxford Univ. Press; 1989.
- [17] Kauppinen T. Finish occupational exposure databases. *Appl Ind Hyg.* 2001; 16: 154-8.
- [18] Guo J.H. Finnish national job-exposure matrix (FINJEM) in register-based cancer research. *People and Work. Research Report* 69. Helsinki: FIOH; 2005.
- [19] García M. ¿Y para cuándo las enfermedades profesionales? *Arch Prev. Riesgos Labor.* 1999;2:1-3.
- [20] Castejón J. Enfermedades relacionadas con el trabajo: ¿un reto para la atención primaria? *Aten Primaria.* 2008;40(9):439-46.
- [21] Artazcoz L. Encuestas sobre condiciones del trabajo: reflexiones y sugerencias. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2003;6:1 - 3.
- [22] Campos J., Almodóvar A., Pinilla J., Benavides F.G. Recomendaciones metodológicas para el diseño de encuestas de condiciones de trabajo y salud. *Arch Prev Riesgos Labor* 2009;12:195-8.
- [23] Boix P., Gil J.M., Izquierdo R. ¿Conocen los trabajadores los riesgos de las sustancias químicas que utilizan? Un estudio exploratorio en una pequeña empresa de recubrimientos electrolíticos. *Arch Prev Riesgos Labor* 2006;9:77-80.
- [24] Benavides F.G., Delclòs J., Serra C., Camp L., de Peray J.L., Fernández R. Identificación y selección de patología de posible origen laboral atendida por el sistema público de salud. *Aten Primar.* 2011. doi:10.1016/j.aprim.2010.09.019.
- [25] Moncada Lluís S., Llorens Serrano C., Font Corominas A., Galtés Camps A., Navarro Giné A. Exposición a riesgos psicosociales entre la población asalariada en España (2004-05): valores de referencia de las 21 dimensiones del cuestionario COPSOQ ISTAT21. *Rev Esp Salud Pública.* 2008;82:667-75.
- [26] Narocki C., Zimmermann M., Artazcoz L., Gimeno D., Benavides F.G. Encuestas de condiciones de trabajo y salud en España: comparación de los contenidos del cuestionario del trabajador. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2009;12 (2):60-8.