

Cáncer y trabajo

Montserrat GARCÍA GÓMEZ *

Manolis KOGEVINAS **

Qué es el cáncer

El término «cáncer» deriva del latín *cancer* y del griego *karkinos*, que significan *cangrejo*. Ciertos tipos de tumores malignos se describieron así porque las venas hinchadas en su interior parecían las pinzas de un cangrejo, y, como un cangrejo, un tumor tiene un núcleo central y «ramificaciones», a través de las cuales la enfermedad se extiende al resto del cuerpo. No es quizá muy afortunado que esta enfermedad, o mejor este grupo de enfermedades, que es altamente complejo y que es hoy la segunda causa de muerte en muchos países del mundo, se defina todavía por un término tan vago.

La primera referencia al cáncer humano, o al menos a una enfermedad que fue probablemente cáncer, data de hace entre 5.300 y 4.500 años, pero es razonable suponer que la especie humana nunca estuvo completamente protegida de alguna forma de desregulación del control biológico del crecimiento celular que puede tener, como punto final, a los tumores malignos. Los restos de animales que vivieron en este planeta al mismo tiempo que los homínidos primitivos o incluso antes, y ciertamente mucho antes que el *Homo Sapiens*, tienen trazas de lo que se ha interpretado como tumores benignos, incluyendo signos de un osteoma y un hemangioma en un dinosaurio que vivió durante el período Cretácico, hace muchos millones de años. Es posible, por tanto, que el desorden canceroso sea más antiguo que la especie humana (1).

* Servicio de Salud Laboral. Subdirección General de Epidemiología, Promoción y Educación para la Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid.

** Departamento de Epidemiología. Instituto Municipal de Investigación Médica (IMIM). Barcelona.

Cuáles son sus causas

El primer informe moderno de carcinogénesis ambiental fue probablemente el de un médico londinense, el Dr. John Hill, quién, en 1761, describió la elevada prevalencia de cáncer de las fosas nasales entre los usuarios de rapé. En 1775, un observador cirujano de la misma ciudad, el Dr. Percival Pott, describió el primer cáncer laboral, el cáncer de escroto de los deshollinadores, constatando que *«la enfermedad parece derivarse de un alojamiento de hollín en los pliegues escrotales»*. En el siglo XIX, el cáncer de piel se asoció con la exposición laboral a arsénico inorgánico, alquitrán y a aceites de parafina (ahora se sabe que contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos), y el cáncer de vejiga se asoció con la exposición laboral a ciertos tintes. Después fueron los rayos X, que se describieron como cancerígenos menos de diez años después de su descubrimiento por Roentgen. En 1935, se publicó el primer caso de carcinoma broncogénico en un paciente con asbestosis (2).

Factores de riesgo peor definidos fueron descritos incluso antes. Por ejemplo, Ramazzini en 1713 y Rigoni-Stern en 1842 informaron de un aumento de riesgo de cáncer de mama entre monjas, con la hipótesis de que el aumento de riesgo podía estar relacionado con la ausencia de vida reproductiva activa, en particular embarazo y lactancia (1).

Actualmente, se han identificado alrededor de 60 agentes o exposiciones causantes de cáncer en los humanos, muchos de los cuales son agentes químicos o mezclas de agentes químicos, pero también incluyen procesos industriales, las radiaciones ionizantes y no ionizantes y ciertos virus (1). Además, se tiende a atribuir cada vez más un origen ambiental para una buena parte de los cánceres humanos (3). Los tumores profesionales son el ejemplo más evidente de neoplasias atribuibles a la exposición a determinados agentes exógenos, físicos y químicos. En los años siguientes a la observación de Pott, se han encontrado otros muchos grupos de trabajadores que sufrían un riesgo específico de cáncer. La investigación de estos riesgos laborales (unos que afectan a grandes y otros a pequeños grupos de trabajadores) ha permitido identificar más sustancias conocidas como causa del cáncer en seres humanos que cualquier otro método.

La preponderancia de sustancias químicas entre los cancerígenos humanos reconocidos aparece claramente relacionada con el desarrollo industrial, y en particular con el de la industria química que empezó en la segunda mitad del siglo pasado y ha crecido continuamente desde entonces, con un espectacular salto adelante después de la II Guerra Mundial. Está también relacionada con la facilidad con la que se reconocen los carcinógenos en grupos de trabajadores laboralmente expuestos a niveles altos, situaciones conocidas a veces como experimentos naturales. El desarrollo industrial se produjo inicialmente con poco o ningún cuidado por los posibles efectos en la salud. Esto fue debido en parte a genuina ignorancia, especialmente a los efectos

adversos a largo plazo como el cáncer. Mas tarde, sin embargo, los efectos adversos para la salud fueron despreciados, bien por considerarlos males inevitables o como demasiado poco importantes para justificar modificaciones costosas de los procesos productivos.

Una gran contribución a los intentos de distinguir entre causas ambientales y genéticas del cáncer, han sido los estudios de los grupos de inmigrantes de un país a otro. Por ejemplo, el cáncer más frecuente en Japón es el cáncer gástrico; en USA el de pulmón. Cuando los japoneses emigran a USA, durante muchos años continúan sufriendo principalmente cáncer de estómago. *Pasado cierto número de años de vida en USA, adquieren el mismo perfil de cáncer que los estadounidenses, con predominio de los cánceres de pulmón, es decir, se modifican ciertas características de una enfermedad en la cual los factores ambientales juegan un papel muy importante.*

Magnitud del problema

En el mundo occidental, la mortalidad por cáncer ocupa actualmente el *segundo lugar entre las causas de fallecimiento. Una estimación aproximada de la Organización Mundial de la Salud señalaba que para el año 2000 el número de defunciones por cáncer rondaría los ocho millones de defunciones anuales en el mundo (4). Pisani y colaboradores estiman que en el año 2000 habrá 3.949.298 muertes por cáncer en hombres y 3.161.982 muertes por cáncer en mujeres (5). Estas estimaciones excluyen el cáncer de piel, para el cual es muy difícil obtener datos fiables. Si la progresión observada durante estos últimos años sigue manteniéndose, uno de cada tres europeos estará afectado en el año 2000 por un cáncer en un momento u otro de su existencia. En España el número de muertes por cáncer en 1991 fue de 81.298 (6).*

El cáncer, aunque no es desconocido en la infancia, es raro en personas menores de 30 años y su frecuencia aumenta con la edad. A pesar de esto, un tercio de las muertes infantiles son debidas al cáncer, en edades medias algo más del tercio de muertes lo son por cáncer, y, finalmente, en personas de más de 65 años las muertes por cáncer suponen menos del 30% debido al incremento en estas edades de las otras enfermedades crónicas (cardiovasculares, diabetes, etc).

Cómo se inicia el cáncer

Un cancerígeno es una sustancia que causa el cáncer. Los cancerígenos pueden ser productos químicos, agentes físicos como las radiaciones ionizantes, o agentes biológicos como los virus. En algunos casos, tales como ciertos procesos de la industria del caucho, se han detectado tasas elevadas de cáncer, pero no se ha identificado un carcinógeno específico.

El conocimiento actual de los mecanismos del cáncer es todavía incompleto. Durante los años 40 se identificaron dos etapas de la carcinogénesis, a partir de los trabajos experimentales con piel de ratones: iniciación y promoción. Más recientemente, este esquema se ha ampliado a una secuencia multietapa, que empieza con la iniciación, sigue con la promoción y termina con la progresión. Dentro de cada una de estas grandes etapas es posible encontrar más de una fase (2).

Durante la iniciación se produce una mutación o daño irreversible del material genético celular (ADN). Muchos iniciadores se metabolizan a formas activas, generalmente electrófilas, que entonces se unen covalentemente con el ADN. Los aductos del ADN resultantes pueden ser de vida larga o corta y pueden variar mucho en su forma. La significación de las distintas clases de aductos, de los cambios en la conformación del ADN y de alteraciones cromosómicas incluso mayores, tales como desplazamientos y pérdidas en las cadenas, no se conoce bien todavía. Además, hay cierta evidencia de que la iniciación no siempre comienza con un enlace covalente. Es probable, por ejemplo, que ciertos carcinógenos como las radiaciones ionizantes actúen mediante un efecto «golpea y escapa» sobre el ADN, sin la formación de aductos. Estos puntos son importantes a considerar en programas de vigilancia de la salud de poblaciones expuestas a carcinógenos (2). Las células tienen cierta capacidad de reparación. Cuando un iniciador altera de alguna manera el ADN, pueden producirse procesos de reparación para reparar la alteración. Sin embargo, si la replicación celular ocurre antes de que se complete la reparación, el daño del ADN puede «fijarse» permanentemente, propagándose a las futuras generaciones celulares. Por ésta razón la replicación celular se considera una parte esencial de la iniciación.

La promoción es el proceso por el cual las células iniciadas se desarrollan mediante proliferaciones locales tales como los nódulos o papilomas. La evidencia actual sugiere que los promotores no son mutágenos (sustancias que causan mutaciones). En lugar de esto parecen actuar mediante mecanismos que incrementan la síntesis macromolecular, mediante la ruptura del control normal de la proliferación y diferenciación celular, o incluso mediante efectos orgánicos que en cierta medida facilitan el desarrollo tumoral. El umbral de la promoción es la adquisición por la célula de cierta «autonomía», de manera que la evolución siguiente es independiente de posteriores estímulos ambientales.

Durante la progresión, la proliferación local evoluciona hacia un cáncer maligno. Los determinantes y componentes de la progresión son los aspectos menos comprendidos de la carcinogénesis.

La iniciación y la promoción se diferencian en varios aspectos. Los iniciadores son mutágenos mientras que los promotores son mitógenos (inductores de la división celular). La iniciación es irreversible; la promoción puede ser reversible al principio, siendo irreversible sólo posteriormente.

La iniciación ocurre mucho antes de la aparición de un tumor, mientras que la promoción ocurre mucho más cerca. A partir de las características de los promotores, vemos que es necesaria la interacción con otros factores de riesgo para el desarrollo de un tumor. Se deduce asimismo que la exposición actúa relativamente tarde y que al desaparecer la exposición desciende el riesgo. Estos conceptos tienen una obvia aplicación práctica.

Resumiendo, una sustancia *inicia* el proceso interactuando con el material genético contenido en los cromosomas; después otra llamada *promotor* actúa provocando la reproducción de las células alteradas; el último paso es el de *progresión* que da lugar a la expresión clínica del tumor.

La latencia

Un aspecto importante de la carcinogénesis es la *latencia*. La latencia se refiere al período de tiempo entre el inicio de la exposición a un carcinógeno y la detección clínica de los cánceres resultantes. El período de latencia para malignidades hematológicas puede ser tan corto como de entre cuatro y cinco años (por ejemplo la leucemia después de la exposición a radiaciones ionizantes), mientras que para tumores sólidos el período de latencia es como mínimo entre diez y veinte años, y puede llegar a los cincuenta años, como en el caso del mesotelioma y la exposición a amianto. Este período corresponde presumiblemente a las etapas de iniciación, promoción y progresión entre la primera mutación del ADN y la última aparición de un tumor maligno. Por ejemplo, en la reciente epidemia de enfermedad intersticial pulmonar en la industria textil de Valencia, se vio que el período relevante de exposición comprendía los meses inmediatamente anteriores al desarrollo de la enfermedad. Durante este período se introdujo un nuevo compuesto químico que se utilizó para pintar con pulverizador (7). En el caso de intoxicación aguda por un pesticida, el período relevante de exposición será el período inmediatamente anterior a la intoxicación. En cambio si la enfermedad de interés es el cáncer después de una exposición crónica al mismo pesticida, cualquier exposición reciente anterior al diagnóstico será totalmente irrelevante para el desarrollo de la enfermedad.

Debido a la latencia, la vigilancia de la salud de los trabajadores con riesgo de cáncer debería centrarse en el período posterior de la iniciación y anterior a la presentación clínica. Si el reconocimiento médico se realiza demasiado pronto después del inicio de la exposición, no se debería esperar ningún incremento de riesgo. El rendimiento del screening en esta etapa es bajo, el gasto es evitable y se corre el peligro de que los resultados negativos creen una falsa seguridad.

La interacción

Las enfermedades están causadas por más de un factor y el riesgo de adquirir una enfermedad no sólo depende de los efectos separados de cada factor, sino también de la forma en que éstos se combinan. El problema de definir y medir la acción combinada de dos o más factores en la historia natural de una enfermedad ha sido discutido durante mucho tiempo y se han aplicado diversos términos a la descripción de este fenómeno: interacción, modificación del efecto, sinergismo, antagonismo, interacción biológica, o interacción estadística. Existe cierta confusión respecto al término interacción, que es debido especialmente al diferente significado que se ha dado a éste término en la teoría estadística y en la biología. La interacción ocurre cuando el efecto conjunto de dos o más carcinógenos es diferente del que se hubiera predicho a partir de los efectos individuales. La sinergia, en la cual los efectos combinados superan a los individuales y el antagonismo, cuando los efectos combinados son inferiores a los individuales, son dos ejemplos de interacción. En algunos casos, la interacción puede no ser más que la combinación de efectos de un iniciador y un promotor. Individualmente, estas sustancias pueden originar una cierta magnitud de efecto, pero siguiendo una exposición secuencial puede resultar un efecto carcinógeno mucho más potente.

La identificación y el control de los cancerígenos laborales: la filosofía de los límites

La regulación de los límites de la exposición de los trabajadores se basa en muchos países en un conjunto de valores límite, tales como los Valores Límite Umbral (TLV) en Estados Unidos, las Concentraciones Máximas en el Lugar de Trabajo (MAK) en Alemania, la lista japonesa de límites máximos de exposición permisible (PEL) o los Estándares de Exposición Laboral en el Reino Unido. Con frecuencia los valores límite se dan tanto para exposiciones pico como para la exposición de un promedio de ocho horas. La mayoría de los valores límite se refieren a concentraciones atmosféricas, y representan las condiciones bajo las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin efectos adversos. Los valores límite han sido criticados ampliamente en muchos países considerando las bases científicas de los procedimientos así como las presiones de las empresas a la hora de establecer esos límites (8). Para muchas exposiciones de origen químico o físico en el ambiente laboral no hay datos epidemiológicos disponibles. Cuando lo están, frecuentemente no proporcionan estimaciones de la dosis-respuesta. Por lo tanto, en muchos casos, los valores límite se basan en datos toxicológicos, experimentales, o en ningún dato. Los valores límite son, en muchos casos, un mero reflejo de los niveles de exposición en el lugar de trabajo.

En el caso del cáncer, la existencia de niveles umbral de exposición a carcinógenos es un tema todavía más controvertido. Puesto que una única mutación en una única célula puede dar lugar teóricamente a un tumor maligno, se ha argumentado que no existe un nivel seguro de exposición. Aún más, los estudios epidemiológicos y en animales no han podido identificar los efectos de dosis extremadamente bajas, así que la presencia de umbrales puede ser imposible de confirmar. Sin embargo, se han esgrimido varios argumentos a favor de los umbrales. Primero, se conocen mecanismos de reparación que corrigen el daño del ADN, al menos a bajos niveles de exposición. Segundo, ciertos carcinógenos, tales como las hormonas, son ubicuos y, a dosis bajas, esenciales para la vida; se argumenta que estas sustancias son carcinógenas sólo a dosis más altas. Finalmente, ciertos resultados empíricos se han interpretado como ilustradores de la existencia de umbrales. La cuestión permanece incierta y las estrategias preventivas han adoptado habitualmente una aproximación conservadora, estableciendo la exposición cero a cancerígenos como un objetivo.

La necesidad de identificar y evaluar el riesgo cancerígeno, ha llevado a la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) a establecer dentro de su Programa «Monografías» un conjunto de criterios para evaluar la evidencia de cancerogenicidad de agentes específicos. El Programa de Monografías de la IARC representa uno de los esfuerzos más amplios para analizar sistemática y profundamente la información sobre el cáncer, y cuenta con una gran reputación en la comunidad científica. La mayoría de cancerígenos ocupacionales conocidos o sospechados han sido evaluados en este Programa. Actualmente, hay 20 sustancias químicas, grupos de sustancias químicas o mezclas (tales como amianto, benceno, alquitrán, arsénico, cromo hexavalente y compuestos, y óxido de etileno), para las cuales las exposiciones son principalmente laborales, clasificados como *cancerígenos para los humanos* (Grupo 1). En el mismo Grupo 1 se clasifican 13 procesos industriales, tales como la industria de la goma, fabricación y reparación de calzado, y ocupaciones como la de pintor. Mientras algunos agentes de este Grupo 1, como el amianto, el benceno, y ciertos metales pesados son en la actualidad ampliamente utilizados en muchos países, otros agentes tienen principalmente un interés histórico (ej.: gas mostaza y 2-naftilamina). Cuatro procesos industriales u ocupaciones y 17 agentes más están clasificados como *probablemente carcinógenos para los humanos* (Grupo 2A), e incluyen exposiciones que son actualmente prevalentes en muchos países, tales como sílice cristalina, formaldehído, 1,3-butadieno, y la ocupación como aplicador de plaguicidas. Un gran número de sustancias químicas están clasificadas como *posibles carcinógenos humanos* (Grupo 2B), como por ejemplo, acetaldehído, compuestos inorgánicos del plomo y dioxina. En la tabla 1 podemos ver la lista de cancerígenos evaluados por la IARC.

Tabla 1
AGENTES, GRUPOS DE AGENTES O MEZCLAS EVALUADAS
EN LAS MONOGRAFÍAS IARC, VOLÚMENES 1-60, PARA LOS CUALES
LAS EXPOSICIONES SON FUNDAMENTALMENTE LABORALES
(EXCLUYENDO PESTICIDAS Y FÁRMACOS)

Exposición ¹	Órgano(s) diana	Actividad económica/uso
Grupo 1: cancerígeno para los seres humanos		
Aceite de esquisto [68308-34-9]	Piel (colon)	Lubricantes, fuels
Aceites minerales sin o con ligero tratamiento térmico	Piel	Lubricantes
Alquitrán [8007-45-2]	Piel, pulmón	Fuel
Amianto [1332-21-4]	Pulmón, pleura, peritoneo	Aislantes, filtros, textil
4-Aminobifenilo [92-67-1]	Vejiga	Transformación del caucho
Arsénico [7440-38-2] y compuestos del arsénico ²	Pulmón, piel	Vidrio, metal, plaguicidas
Benceno [71-43-2]	Leucemia	Disolventes, fuel
Bencidina [92-87-5]	Vejiga	Fabricación de colorantes y tintes, laboratorios
Berilio [7440-41-7] y compuestos (1993)	Pulmón	Industria aeroespacial/metal
Bisclorometileter [542-88-1] y clorometileter [107-30-2]	Pulmón	Producto químico intermedio
Brea de alquitrán [65996-93-2]	Piel, pulmón, vejiga	Productos de construcción, electrodos
Cadmio [7440-43-9] y compuestos (1993)	Pulmón	Fabricación de colorantes y tintes
Cloruro de vinilo [75-01-4]	Hígado, pulmón, blood vessels	Plásticos, monómero
Cromo hexavalente y compuestos (1990)	Pulmón	Trat. superficiales, fabricación de colorantes y tintes
Gas mostaza [505-60-2]	Faringe, pulmón	Gas de guerra
Hollín	Piel, pulmón	Colorantes
2-Naftilamina [91-59-8] Vejiga	Fabricación de colorantes y tintes	
Níquel y compuestos (1990)	Cavidad nasal, pulmón	Metalurgia, aleaciones, catálisis
Oxido de etileno [75-21-8]	Leucemia	Producto químico intermedio, esterilizante
Talco con fibra de asbesto	Pulmón	Papel, pinturas

Cuadro 1 (continuación)

Exposición ¹	Órgano(s) diana	Actividad económica/uso
Grupo 2A: probable cancerígeno para los seres humanos		
Acrilonitrilo [107-13-1]	(Pulmón, próstata, linfoma)	Plásticos, caucho, textil, monómero
Bifenilos policlorados [1336-36-3]	(Hígado, vías biliares, leucemia, linfoma)	Componentes eléctricos
Bromuro de vinilo [593-60-2]	—	Plásticos, textil, monómero
1,3 Butadieno [106-99-0] (1992)	(Leucemia, linfoma)	Plásticos, caucho, monómero
Cloruro de dimetil carbamoilo [79-44-7]	—	Producto químico intermedio
Colorantes derivados de la benmidina	—	Papel, cuero, tintes textil
Creosota [8001-58-9]	(Piel)	Tratamientos de la madera
Dibromuro de etileno [106-93-4]	—	Producto químico intermedio, fumigante, fuel
Epiclorhidrina [106-89-8]	—	Plásticos, monómero de resinas
Formaldehido [50-00-0] (1987)	(Nasofaringe)	Plásticos, textil, laboratorios
Fosfato de tris (2,3,dibromopropil) [126-72-7]	—	Plásticos, textil, retardantes de la llama
4,4'metilen bis (2-cloroanilina) (MOCA) [101-14-4] (1993)	(Vejiga)	Transformación del caucho
Oxido de estireno [96-09-3]	—	Plásticos, producto químico intermedio
Para-cloro-orto-toluidina [95-69-2] y sus sales ácidas fuertes (1990)	(Vejiga)	Fabricación de colorantes y tintes, textil
Sílice [14808-60-7] cristalina	(Pulmón)	Canteras, minería, vidrio, papel
Sulfato de dietil [64-67-5] (1992)	—	Producto químico intermedio
Sulfato de dimetil [77-78-1]	—	Producto químico intermedio

¹ Años entre paréntesis: año en el cual se hizo la evaluación después del Suplemento 7 Grupo de Trabajo para agentes, mezclas o actividades económicas considerados en las Monografías Volúmenes 43-60, 1987. Número entre corchetes: N.º de Registro CAS.

² Esta evaluación se aplica al grupo de compuestos en su totalidad y no necesariamente a cada uno de los compuestos dentro del grupo.

Tabla 1 (continuación)
**PROCESOS INDUSTRIALES Y OCUPACIONES EVALUADAS
 EN LAS MONOGRAFÍAS IARC, VOLÚMENES 1-59**

Industria/ocupación ¹	Organo(s) diana ²
Grupo 1: cancerígeno para los seres humanos	
Producción y primera transformación del aluminio	Pulmón, vejiga
Producción de auramina	Vejiga
Fabricación y reparación de calzado	Cavidad nasal, leucemia
Extracción de petróleo y gas natural	Piel, pulmón, vejiga
Coquerías	Piel, pulmón, riñón
Industria del mueble de la madera	Cavidad nasal
Extracción de haematite con exposición a radón	Pulmón
Fundición de hierro y acero	Pulmón
Producción de isopropanol (proceso ácido-fuerte)	Cavidad nasal
Producción de magenta (1993)	Vejiga
Pintor (exposición ocupacional como) (1989)	Pulmón
Industria del caucho	Vejiga, leucemia
Mezclas de ácidos inorgánicos fuertes conteniendo ácido sulfúrico (exposición ocupacional a) (1992)	Pulmón, laringe
Grupo 2A: probable cancerígeno para los seres humanos	
Refino de petróleo (1989)	(Leucemia, piel)
Insecticidas que no contengan arsénico (aplicación) (1991)	(Pulmón, mieloma)
Peluqueros/as y barberos/as (1993)	(Vejiga, pulmón)
Fabricación de vidrio y productos de vidrio (1993)	(Pulmón, estómago)
Grupo 2B: posible cancerígeno para los seres humanos	
Carpintería	(Cavidad nasal)
Industria textil (1990)	(Cavidad nasal, vejiga)

¹ Años entre paréntesis: año en el cual se hizo la evaluación después del Suplemento 7 Grupo de Trabajo para agentes, mezclas o actividades económicas considerados en las Monografías Volúmenes 43-60, 1987. Número entre corchetes: N.º de Registro CAS.

² Los órganos diana para los cuales existe sospecha se dan entre paréntesis.

Estimación del número de cánceres de origen laboral y de trabajadores expuestos en nuestro país

Actualmente no se dispone de una estimación exacta de la proporción de los cánceres atribuibles a exposiciones laborales en la Unión Europea y resto

de países europeos. Diferentes autores han realizado estimaciones del riesgo de cáncer atribuible a la actividad laboral. Los porcentajes más frecuentemente citados en la literatura son aquellos presentados en un estudio detallado sobre las causas del cáncer en la población de Estados Unidos en 1980 (3). Doll y Peto llegaron a la conclusión de que alrededor de un 4% de todas las muertes ocasionadas por cáncer en Estados Unidos podrían estar originadas por cancerígenos ocupacionales. El porcentaje de muertes de cáncer de pulmón atribuible a riesgos laborales es del 15% en hombres y del 5% en mujeres, según estos autores; y el de cáncer de vejiga, de 10% en hombres y de 5% en mujeres. Estas estimaciones son proporcionales, y por lo tanto, dependen de cómo otros factores, aparte de las exposiciones laborales, contribuyen a producir el cáncer. Por ejemplo, siendo iguales otros factores, la proporción debería ser más alta en una población de no fumadores de por vida (como los Adventistas del Séptimo Día) y más baja en una población que contenga, digamos, un 90% de fumadores. Además las estimaciones no se aplican uniformemente a ambos sexos o a diferentes clases sociales. Se ha

Tabla 2
CÁNCERES QUE ES SEGURO QUE PUEDEN SER PRODUCIDOS
POR FACTORES LABORALES

Tipo de cáncer	Muertes por cáncer atribuidas a causas laborales en 1991					
	N.º de muertes registradas en 1991		Hombres		Mujeres	
	Hombres	Mujeres	n.º atribuidas	% atribuidas	n.º atribuidas	% atribuidas
Pulmón	13.117	1.405	1.968	15	70	5
Vejiga	2.619	561	262	10	28	5
Leucemia	1.365	1.111	137	10	56	5
Hígado y conductos biliares intrahepáticos	2.504	1.572	100	4	16	1
Fosas nasales y senos paranasales	54	28	14	25	1	5
Piel, excepto melanoma	246	226	25	10	5	2
Peritoneo y tejido retroperitoneal	124	147	19	15	7	5
Pleura	110	58	28	25	3	5
Laringe	1.888	57	38	2	1	1
Próstata	4.412	—	44	1	—	—
Huesos	244	143	10	4	1	1
Tumor maligno de sitio no especificado	3.024	2.353	206	6,8	28	1,2
Subtotal de estas localizaciones	29.707	7.661	2.851	—	216	—

estimado que en hombres, alrededor de un 7-8% de todos los cánceres son debidos a factores de riesgo de origen laboral, mientras que en trabajadores manuales hombres, que son los principales candidatos a sufrir éstas exposiciones, ese porcentaje alcanza el 10-12%. Esta proporción es considerablemente más alta si sólo se presta atención a aquellos cánceres que se podrían prevenir actualmente.

Podemos estimar el número de muertes por cáncer asociadas a la ocupación en España, aplicando las proporciones que Doll y Peto indican para cada tipo de cáncer, a partir del número de muertes por cáncer registradas en España en 1991. En la tabla 2 se muestran los cánceres que con certeza absoluta o casi absoluta pueden ser producidos por riesgos laborales en condiciones determinadas. A este grupo de cánceres aplicamos los porcentajes descritos anteriormente y que podemos ver en la tabla. En la tabla 3 se reseña el grupo de cánceres de los que una pequeña proporción sería debida a la exposición laboral; Doll y Peto consideran que un 1% de los casos en hombres y un 0,5% de los casos en mujeres, serían debidos a la exposición laboral.

Tabla 3
CÁNCERES QUE POSIBLEMENTE PUEDEN SER PRODUCIDOS
POR FACTORES LABORALES

Tipo de cáncer	N.º de muertes registradas en España en 1991	
	Hombres	Mujeres
Cavidad bucal	893	190
Nasofaringe	183	66
Esófago	1.460	219
Estómago	3.957	2.756
Colon y recto	4.387	3.972
Páncreas	1.572	1.380
Linfoma ^a	1.060	813
Mama del hombre	36	—
Testículos	34	—
Riñón ^b	823	457
Cerebro ^c	904	731
Tejido conjuntivo y otros tejidos blandos	203	172
Mieloma múltiple	511	509
Subtotal de estas localizaciones	16.023	11.265
Supuestamente debido a riesgos laborales	160	56

^a Excepto el mieloma.

^b Incluidos los de pelvis renal, uréter y uretra.

^c Tumores benignos o malignos, del cerebro u otros nervios.

Realizando los cálculos correspondientes podemos afirmar que en España, en 1991, un total de 3.011 muertes por cáncer en hombres y 272 muertes por cáncer en mujeres pueden relacionarse con riesgos laborales, con riesgos atribuibles de 6% en hombres y 0,9% en mujeres. La estimación conjunta para ambos sexos es de 4%.

Por lo que se refiere al número de trabajadores expuestos, carecemos igualmente en España de un registro de expuestos a carcinógenos en el lugar de trabajo. En algunos países Escandinavos, se registra regularmente; así, por ejemplo, en el ASA Registro Finlandés, un sistema nacional para controlar los carcinógenos ocupacionales (9).

Una evaluación precisa de la prevalencia e intensidad de las exposiciones a cancerígenos de origen laboral en España requeriría realizar estudios higiénicos en la industria *ad-hoc*. Tal evaluación ha sido efectuada sólo para la exposición al amianto. El amianto es probablemente el carcinógeno laboral más importante en España. En conjunto, su consumo está disminuyendo, indicando la tendencia a sustituirlo por otros materiales alternativos, al igual que en otros países europeos. Así, el índice de consumo de amianto era de 1,2 Kg/habitante al año en 1988, mientras que en 1991 era de 0,9 Kg/habitante (10). Alrededor del 70% del amianto es procesado para la fabricación de fibrocemento y en la fabricación de frenos y embragues. Las concentraciones de fibras de amianto en los años 1990 están por debajo de 1 f/cc en un 40% a 90% de los puestos de trabajo evaluados. Las concentraciones de fibras de amianto en los lugares de trabajo va disminuyendo, manteniéndose en niveles de 0,31-0,22 f/cc para los años 1990 y posteriores. Altas concentraciones han sido registrados en sectores específicos como reparación y mantenimiento de material ferroviario, y fabricación de frenos y embragues, siendo las máximas observadas en el estudio nacional de 31,9 f/cc en el sector de mantenimiento de material ferroviario, en los años finales de la década de los 80. Actualmente el uso de anfíboles está prohibido en España, y la exposición es mayoritariamente a fibras de crisotilo. En el estudio nacional se constata que el consumo de amianto está disminuyendo, pero los niveles de exposición siguen siendo muy altos en lugares específicos de trabajo. Por otro lado, tenemos pocos datos disponibles de la incidencia de enfermedades relacionadas con el amianto en España. Los cánceres actuales originados por la exposición al amianto (principalmente el cáncer de pulmón y el mesotelioma), reflejan las exposiciones ocurridas hace 20-40 años. En consecuencia, es probable que la cumbre de la epidemia del mesotelioma todavía no se haya alcanzado.

Como decíamos anteriormente, no conocemos el número de trabajadores potencialmente expuestos a cancerígenos en España al carecer de un Registro de exposición profesional en nuestro país. Sin embargo, podemos realizar una estimación utilizando las estadísticas industriales (estadísticas sobre producción industrial y registros de empresas y trabajadores). Para estimar el número de trabajadores expuestos hemos utilizado la *Encuesta Industrial*, del Instituto Nacional de Estadística (11), correspondiente al año 1991, que

recoge los datos más significativos del sector industrial español, distribuidos por actividades económicas. Para los trabajadores que no son de la industria, la fuente de datos ha sido el *Registro de Empresas de la Tesorería General de la Seguridad Social, Régimen General* (12), que contiene todas las empresas del país excepto los Trabajadores por Cuenta Propia o Autónomos, para el año 1992.

El trabajo realizado sobre los registros de trabajadores ha sido el de localizar las actividades y ocupaciones consideradas por la IARC como cancerígenas para los seres humanos en la «Clasificación Nacional de Actividades Económicas» (CNAE), mostrando en la tabla 4 tanto el código CNAE-74, como el de su actualización CNAE-93. Esta actualización de la CNAE es fruto de la armonización necesaria en la Unión Europea en esta materia, y sigue los criterios de la «Nomenclatura de Actividades Económicas de la Comunidad Europea» (NACE). En los Registros oficiales en España se está realizando la conversión de los códigos CNAE-74 a los de la CNAE-93, pero no está finalizada todavía. Por lo tanto, los trabajadores que se muestran en la tabla 4 han sido clasificados siguiendo la CNAE-74. Para obtener el número de «pintores», se han contabilizado aquellos de la industria del mueble, los del sector construcción y los de la rama de reparación de vehículos automóviles, motocicletas y bicicletas. Los pintores de la industria del mueble están desagregados en el Registro (CNAE 468.5), sin embargo los otros dos grupos de pintores no. El CNAE 504 (construcción) dice textualmente «Instalación, montaje y acabado de edificios y obras», lo que agrupa pintores y otros oficios, con un total nacional bajo este ítem de 255.654 trabajadores en 1992, por ejemplo. El porcentaje de pintores del total de oficios que están incluidos en este CNAE es de 6%, según los resultados de la *Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en la Construcción 1990* (13). Este porcentaje se ha aplicado al total de trabajadores del CNAE 504 de cada año para obtener el número de pintores en la construcción. De igual manera, el porcentaje de pintores del total de tareas que se incluyen en el código CNAE 672 (Reparación de vehículos automóviles, motocicletas y bicicletas) es de 15%, según los resultados de *Riesgos Profesionales en Talleres de Reparación de Vehículos* (14). Los resultados de aplicar estos porcentajes son los que se ven en la tabla 4.

La tabla 4 muestra el número de trabajadores en España en 1991 en procesos industriales y ocupaciones que han sido clasificadas en cuanto a su cancerogenicidad por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer en el Grupo 1 (cancerígeno cierto para los seres humanos), Grupo 2A (carcinógeno probable) y Grupo 2B (posible cancerígeno). En total alrededor de 400.000 trabajadores estaban empleados en el año 1991 en estas industrias y ocupaciones. Además, hay en España un gran pero no cuantificable número de trabajadores expuestos a agentes cancerígenos en otras industrias y ocupaciones. La exposición a varios agentes cancerígenos, por ejemplo benceno, níquel y sus compuestos, puede ocurrir en diversas industrias y ocupaciones, no incluidas en la tabla 4.

Tabla 4
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ACTIVIDADES ECONÓMICAS
CLASIFICADAS POR LA IARC SEGÚN SU CANCEROGENICIDAD
PARA LOS SERES HUMANOS. DATOS DEL TOTAL DE ESPAÑA
PARA EL AÑO 1991

Procesos y ocupaciones	CNAE-74	CNAE-93	Número de trabajadores	
			1992	
Grupo 1				
Producción y primera transformación del aluminio ¹	224,1	DJ 27,42	T 3.958 ³ H 3.692 M 266	
Fabricación de colorantes y pigmentos ¹	253,2	DG 24,12	T 1.671 ³ H 1413 M 258	
Fabricación en serie de calzado y fabricación de calzado de artesanía y a medida ¹	451 y 452	DC 19,30	T 28.985 ³ H 19.026 M 9.959	
Fabricación y distribución de gas ²	152	F 40,2	T 7.518	
Coquerías ²	114	DF 23,1	T 128	
Industria del mueble de madera ¹	468	DN 36,1	T 72.086 ³ H 64.507 M 7.579	
Extracción y preparación de mineral de hierro ²	211	CB 13,1	T 1.718	
Fundición de hierro y acero ¹	311,1	DJ 27,51 y DJ 27,52	T 13617 ³ H 12.664 M 953	
Pintor (exposición ocupacional como) * actividades anexas a la industria del mueble ¹ (acabado, barnizado, tapizado, dorado, etc.)	468,5	DN 36,144	T 4.211 ³ H 3.972 M 239	
* instalación, montaje y acabado de edificios y obras ²	504 ⁴	F 45,442	T 15.339	
* reparación de vehículos automóviles y motocicletas ²	672 ⁵		T 14.952	
Industrias de la transformación del caucho y materias plásticas ¹	48	DH 25,1	T 99.804 ³ H 83.073 M 16.731	
Grupo 2A				
Refino de petróleo ²	130	DF 23,2	T 9.490	

Tabla 4 (continuación)

Procesos y ocupaciones	CNAE-74	CNAE-93	Número de trabajadores
			1992
Grupo 2B			
Fabricación en serie de piezas de carpintería, parquet y estructuras de madera ¹	463	DD 20	T 34.393 ³ H 32.705 M 1.688
Industria textil ¹	43	DB 17	T 94.476 ³ H 54.818 M 39.658

¹ Fuente: Censo Industrial del Instituto Nacional de Estadística.

² Fuente: Registro de Empresas de la Tesorería General de la Seguridad Social. En este Registro no está disponible la desagregación de los trabajadores por sexo.

³ Datos correspondientes a 1991; no se pudo disponer de datos de 1992 en este Registro.

⁴ Se aplica el porcentaje del 6% al total de trabajadores bajo este código para obtener el n.º de pintores (ya realizado en la tabla).

⁵ Se aplica el porcentaje del 15% al total de trabajadores bajo este código para obtener el n.º de pintores (ya realizado en la tabla).

⁶ Datos correspondientes a 1988; no pudo disponerse de los trabajadores del año 1986 en este Registro.

Futuras tendencias en la exposición a cancerígenos laborales

La prevalencia y los patrones de exposición a cancerígenos ocupacionales en Europa y en España ha cambiado y sigue cambiando rápidamente en los últimos veinte años. Varios factores han contribuido a ello: (i) el número decreciente de trabajadores empleados en el sector industria en España. Esto ha coincidido con el aumento de productividad, la automatización de los procesos industriales y la transferencia de determinadas industrias a países del tercer mundo, (ii) un control más eficaz de la exposición a los carcinógenos conocidos, sustituyéndolos, eliminándolos (ej.: b-naftilamina) o controlándolos con medidas de seguridad e higiene (ej.: el benceno), (iii) la introducción de nuevos materiales y nuevas tecnologías que se pueden asociar a un aumento de riesgos (ej. las fibras de vidrio u otras fibras minerales artificiales), (iv) el cambio en las condiciones de empleo, que puede tener un efecto tanto directo como indirecto. Por ejemplo, las grandes empresas, cada vez más frecuentemente, subcontratan a otras empresas parte de sus actividades, tales como mantenimiento, limpieza y distribución. Frecuentemente los trabajos y tareas subcontratados son aquellos que implican los riesgos más altos, y son llevados a cabo por pequeñas empresas temporales.

Existen actualmente suficientes y sólidas pruebas de que el cáncer es, en gran parte, una enfermedad evitable, aunque no necesariamente moderna, y esta afirmación se cumple especialmente en el ámbito del cáncer de origen laboral. Los agentes cancerígenos presentes en el ambiente laboral son, de todos los conocidos, los mas fácilmente controlables puesto que para la mayoría podemos determinar, con suma precisión, donde, cómo y cuándo se originan. Los riesgos reconocidos hasta ahora son probablemente aquellos que aumentan sustancialmente el riesgo relativo de algún tipo determinado de cáncer. Todavía pueden existir riesgos laborales bastante importantes que no han sido detectados por varias causas posibles: porque el riesgo añadido es pequeño en comparación con el debido a otras causas, o porque sólo pocas personas han estado expuestas, o simplemente porque los riesgos no han sido sospechados, y por lo tanto, tampoco han sido buscados.

Los elementos cancerígenos en el trabajo, por un lado suponen un riesgo cualitativamente diferente del resto de los riesgos laborales, y por otro son posibles de prevenir con eficacia. Todo ello hace del cáncer profesional un objetivo prioritario para la intervención preventiva. Sin embargo, existen graves limitaciones en los datos actualmente disponibles, con los conocimientos actuales no es posible realizar una estimación exacta de la proporción de cánceres atribuibles a exposiciones laborales.

La identificación de riesgos químicos y físicos responsables de cánceres ocupacionales ha llevado a que se tomen medidas de prevención específicas, a menudo con importantes retrasos en su aplicación, lo que ha llevado a un amplio reconocimiento de la necesidad de mejorar los ambientes de trabajo, mediante el uso de tecnologías protectoras de la salud, sin esperar la evidencia del daño para la salud. Desde esta perspectiva resulta altamente relevante investigar los *riesgos prevenibles* en los lugares de trabajo, simples o complejos, el número potencial de los cuales crece con el número de sustancias nuevas introducidas en la actividad laboral. Esta investigación puede llevar cuatro direcciones:

1. Investigación de *nuevos cancerígenos* que, en las situaciones en que ahora nos encontramos en los países occidentales, pueden causar excesos moderados en el riesgo de cáncer, y requieren, por lo tanto, estudios internacionales multicéntricos de gran tamaño para ser detectados.
2. La *cuantificación* del riesgo de cáncer basada en datos personales con una evaluación de la exposición razonablemente buena, ambiental y/o biológica.
3. La investigación y cuantificación de *interacciones* entre carcinógenos laborales, factores de riesgo del entorno (factores dietéticos, tabaco), y la susceptibilidad del individuo, adquirida o genética.
4. La *evaluación del impacto* del riesgo de cáncer de origen laboral, particularmente en países del Este Europeo, países recién desarrollados y países en vías de desarrollo.

Además, la detección de cánceres de origen laboral en trabajadores expuestos a carcinógenos químicos o físicos a dosis más elevadas que la población general, a menudo proporciona las únicas bases sólidas para establecer medidas de control en el medio ambiente general, que con frecuencia sería imposible elaborar desde la observación directa de las poblaciones generales, donde los excesos de riesgo serían muy difíciles de detectar. A pesar de ello, cuando la exposición es generalizada (un ejemplo típico son los campos electromagnéticos) el potencial impacto en la salud pública de aumentos pequeños en el riesgo relativo debería ser considerado.

Para finalizar, la ocurrencia del cáncer laboral depende no sólo de los niveles de exposición a los cancerígenos, sino también de la absorción biológica y de la susceptibilidad individual, que, a su vez, están afectadas por condiciones ambientales más generales, incluyendo nivel de renta, nutrición, vivienda, saneamiento, etc. Así, aunque la prevención del cáncer laboral se centra a menudo en la limitación de la exposición individual a agentes específicos, los mayores progresos se pueden hacer cuando tales medidas son parte de una estrategia más general para mejorar las condiciones de vida y de trabajo. Una estrategia de tal tipo no es sólo la más eficiente en términos de prevención del cáncer laboral, sino que también producirá otros beneficios sociales y de salud. De todos modos, tales programas deben ser complementarios y nunca sustituir el esfuerzo de eliminar la exposición en el lugar de trabajo.

Bibliografía

1. TOMATIS, L. *et al.* (dirs.): «Cancer: causes, occurrence and control», *Scientific Publications*, n.º 100, IARC, Lyon, 1990.
2. VAINIO, H.; MAGEE, P.; MCGREGOR, D., y McMICHAEL, A. J.: «Mechanisms of carcinogenesis in risk identification», *Scientific Publications*, n.º 116, IARC, Lyon, 1992.
3. DOLL, R., y PETO, R.: *Las causas del cáncer*, Salvat Editores, Barcelona, 1989.
4. OMS: «Estadísticas sobre el cáncer», *Serie de Informes Técnicos*, n.º 632, Ginebra, 1979.
5. PISANI, P.; PARKIN, D. M., y FERLAY, J.: «Estimates of the worldwide mortality from eighteen major cancers in 1985. Implications for prevention and projections of future trends», *Int J Cancer*, 1993, 55: 891-903.
6. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA: *Defunciones según la causa de muerte*, INE, Madrid, 1991.
7. MOYA, C. y cols.: «Outbreak of organising pneumonia in textile printing sprayers. Collaborative Group for the study of Toxicity in Textile Aerographic Factories», *Lancet*, 1994, 344: 498-502.
8. ROACH, S. A., y RAPPAPORT, S. M.: «But they are not thresholds: a critical analysis of the documentation of threshold limit values», *Am J Ind Med*, 1990, 17: 727-53.

9. HEIKKILA, P., y KAUPPINEN, T.: «Occupational exposures to carcinogens in Finland», *Am J Ind Med*, 1992, 21: 467-80.
10. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO: *Estudio de la incidencia y evaluación de la población laboral expuesta a amianto en la industria española*, INSHT, Madrid, 1992.
11. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA: *Encuesta Industrial*, INE, Madrid, 1986-1991.
12. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, Dirección General de Informática y Estadística: *Registro de Empresas de la Tesorería General de la Seguridad Social, Régimen General*, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid, 1983-1992.
13. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO: *Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo en la Construcción 1990*, INSHT, Madrid, 1992.
14. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO: *Riesgos Profesionales en Talleres de Reparación de Vehículos*, INSHT, Madrid, 1991.