

---

# Desarrollo de funciones de la enfermería del trabajo en la vigilancia de la salud laboral por exposición a tóxicos: el tolueno como ejemplo

Occupational Health Nurses' Role in the Occupational Health Surveillance of Exposure to Toxics: Toluene as a Case Study

---

Domingo de-Pedro-Jiménez<sup>1,2</sup>  0000-0002-3681-3682

<sup>1</sup>Inдорama Ventures Química, S.L.U, Servicio de Salud Laboral, San Roque, Cádiz, España.

<sup>2</sup>Asociación de Especialistas en Enfermería del Trabajo (AET). Comité de Toxicología Laboral..

---

## Fechas · Dates

Recibido: 14/06/2023  
Aceptado: 13/10/2023  
Publicado: 15/10/2023

---

## Correspondencia · Corresponding Author

Domingo de Pedro Jiménez  
d.depedro@enfermeriadeltrabajo.com

## Resumen

**Introducción:** El tolueno, hidrocarburo aromático presente en varios productos, se absorbe principalmente por vía respiratoria y afecta diferentes sistemas corporales. Los enfermeros/as del trabajo son clave para detectar exposiciones agudas y crónicas. Además, son responsables de recolectar y procesar las muestras para su biomonitorización. Sin embargo, la información sobre los requisitos de recogida y manipulación, así como de intervenciones enfermeras es escasa y heterogénea.

**Objetivo:** Revisar la bibliografía disponible sobre el tolueno y la enfermería del trabajo, identificar requisitos de recogida y procesamiento de muestras, así como los signos y síntomas de exposición y relacionarlos con diagnósticos e intervenciones enfermeras.

**Métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica aplicando la estrategia PICO, no limitada por tipo de documento, fecha o idioma en PubMed, Web of Science y Scopus. Se clasificaron los signos y síntomas según sistema y prueba de enfermería realizada durante el examen de salud, identificando diagnósticos e intervenciones enfermeras.

**Resultados:** No se encontraron estudios sobre tolueno y enfermería del trabajo. De 60 citas identificadas, 6 artículos señalaban requisitos de recogida de muestras. Se identificaron signos y síntomas de acuerdo a las pruebas de enfermería y se relacionaron con diagnósticos e intervenciones de enfermería.

**Conclusiones:** La presencia de la enfermería del trabajo en la literatura científica sobre tolueno es escasa. Los criterios de recogida de muestras son heterogéneos y limitados. No se han encontrado estudios que relacionen signos y síntomas de exposición al tolueno con diagnósticos e intervenciones enfermeras. Se propone un cuadro relacional novedoso. Son necesarios estudios de toxicología laboral desde la perspectiva de la enfermería del trabajo.

**Palabras clave:** Tolueno; enfermería del trabajo; salud laboral; biomarcadores; monitoreo biológico; manejo de especímenes.

---

## Abstract

**Introduction:** Toluene, an aromatic hydrocarbon present in various products, is primarily absorbed through the respiratory tract and can affect different body organs. Occupational health nurses play a key role in detecting acute and chronic exposures. They are also responsible for collecting and processing samples for biomonitoring. However, information on the collection and handling requirements, as well as nursing interventions, is scarce and heterogeneous.

**Aims:** We reviewed the existing literature linking toluene and occupational health nursing, identified sample collection and processing requirements, as well as signs and symptoms of exposure, and related them to diagnoses and nursing interventions.

**Methods:** We conducted a literature search using the PICO strategy, without limitations on document type, date, or language, in PubMed, Web of Science, and Scopus databases. Signs and symptoms were classified according to the system and nursing test performed during the health examination, identifying possible diagnoses and nursing interventions.

**Results:** We found no studies linking toluene and occupational health nursing. Seven out of 60 identified documents were selected, which provided information on sample collection

requirements. Signs and symptoms were identified based on nursing tests and related to diagnoses and nursing interventions.

**Conclusions:** The presence of occupational health nursing in studies on toluene is scarce. Sample collection criteria are heterogeneous and limited. There were no studies relating signs and symptoms of toluene exposure to diagnoses and nursing interventions. Further studies on occupational toxicology are needed from a nursing perspective.

**Keywords:** Toluene; Occupational Health Nursing; Occupational Health; Biomarker; Biological Monitoring; Specimen Handling.

---

## Introducción

No son pocas las veces que la Organización Mundial de la Salud (OMS) usa el término “sustancias químicas” en sus comunicaciones y las relaciona con la salud<sup>(1)</sup>. Y es que, desde la Era Industrial, la contaminación se ha disparado<sup>(2)</sup>. Paralelamente a la fabricación de gran variedad de sustancias que solucionaban problemas o carencias, se generaban otras, en forma de productos finales, subproductos o residuos que generaban, a su vez, otros problemas<sup>(3)</sup>. Una de estas sustancias es el tolueno, también conocido como metilbenceno, toluol o fenilmetano.

## Antecedentes históricos

Aislado por primera vez en 1837 mediante destilación del aceite de pino por el químico Filip Walter, no sería hasta cuatro años después, que el también químico Henri Sainte-Clare Deville aislara, a partir del bálsamo de Tolú (extracto aromático obtenido de un árbol tropical americano), un hidrocarburo que reconoció como similar a la sustancia obtenida por Walter y al benceno, y que finalmente terminaría denominándose Tolueno<sup>(4)</sup>.

Antes de la Primera Guerra Mundial se obtenía principalmente a través de la coquización del carbón, aunque con el desarrollo del reformado catalítico y la necesidad de producir grandes cantidades para usarse como combustible y para fabricar trinitrotolueno (TNT) durante la Segunda Guerra Mundial pasó a obtenerse del petróleo<sup>(5)</sup>.

## Propiedades físico-químicas y aplicaciones

El Tolueno es un hidrocarburo aromático compuesto por un anillo de benceno unido a un grupo metilo<sup>(6)</sup>. Líquido incoloro, insoluble en agua, de olor dulce característico cuyos vapores se mezclan bien con el aire, formando mezclas explosivas. Reacciona con violencia con oxidantes fuertes, lo que genera peligro de incendio y explosión<sup>(7)</sup>.

Se usa como disolvente de aceites, resinas, caucho, alquitrán de hulla, asfalto, brea y acetilcelulosas. También como disolvente y diluyente de pinturas, barnices y tintas de fotograbado. Se encuentra en mezclas en productos de limpieza, fabricación de detergentes, cuero artificial y como materia prima para la síntesis

de sacarina, colorantes y otros múltiples productos. Componente del combustible para aviones y gasolina para automóviles<sup>(8)</sup>.

## Toxicidad y riesgos para la salud

Se absorbe principalmente a través del tracto respiratorio, en menor proporción por la piel. Atraviesa los alveolos y se distribuye por los tejidos en proporción variable. Es oxidado por los microsomas hepáticos cuyo producto resultante más importante es el ácido hipúrico (68% del tolueno absorbido) que se excreta en orina junto a pequeñas cantidades de o-cresol y p-cresol (por oxidación del núcleo aromático).

Si la eliminación renal del ácido hipúrico se ve afectada se produce acidosis metabólica y posiblemente, por el aumento de la excreción urinaria y baja concentración de cloruro, se produce hipocalemia<sup>(9)</sup>.

De vida media biológica muy corta (1 a 2 horas), la cantidad retenida depende del porcentaje graso de la persona receptora (más elevado a más grasa).

## Toxicidad aguda

Como hidrocarburo aromático presenta una toxicidad aguda similar a otros hidrocarburos como el xileno y naftaleno, y ligeramente superior al benceno<sup>(8)</sup>.

A nivel respiratorio produce irritación nasal y de garganta a partir de 100 ppm (durante 6,5 horas) y puede aumentar el riesgo de crisis asmática. En estudios en animales se han detectado lesiones pulmonares como inflamación, edema alveolar, fibrosis intersticial y necrosis a partir de 600 ppm (7 horas al día durante 5 semanas)<sup>(9,10)</sup>.

A nivel del sistema nervioso central, en concentraciones de 200 a 240 ppm, produce en un plazo de 3 a 7 horas, vértigos, cefalea, euforia, confusión, depresión, alucinaciones, convulsiones, ataxia, alteraciones motoras, estupor y llegando al coma narcótico en concentraciones mayores. Concentraciones menores, a partir de 35 ppm, también se han relacionado con disminución del tiempo de reacción o alteraciones de la memoria<sup>(9,10)</sup>.

A nivel cardiovascular pueden darse el infarto de miocardio, vaso espasmo coronario, arritmias y taqui o bradicardia, a diferentes formas de exposición y concentraciones<sup>(10)</sup>.

Las alteraciones hepáticas agudas no acumulan evidencias consistentes. Se han reportado aumento de transaminasas hepáticas o alteraciones histológicas en animales, pero son necesarios más estudios para confirmar los resultados.

Las alteraciones renales, como la acidosis anteriormente comentada, fueron pasajeras y aunque se han documentado alteraciones histológicas en personas con alta exposición son necesarios más estudios.

En concentraciones mayores a 100 ppm se han reportado irritaciones oculares y lagrimeo.

Las alteraciones agudas auditivas, nociceptivas, alteraciones del sueño y otras posibles alteraciones en otros sistemas y órganos no acumulan las suficientes evidencias científicas y requieren seguir investigando al respecto<sup>(10)</sup>.

## Toxicidad crónica

De forma crónica, las manifestaciones leves no siempre se valoran adecuadamente debido al efecto "lavado" que se produce durante el fin de semana o días de descanso de los trabajadores, que hace que éstas desaparezcan hasta que no se vuelven a producir la exposición<sup>(8)</sup>. Otras manifestaciones, más persistentes, pueden dar la cara, como las alteraciones de la de la mucosa nasal, erosiones, inflamación y metaplasia (a partir de 600 ppm durante 15 meses, 6,5 horas al día durante 5 días a la semana), evidenciados en estudios en animales.

A nivel neurológico los estudios sobre exposiciones laborales crónicas manifestaron sintomatología significativa a partir de 70-100 ppm. Se alcanzaron peores puntuaciones en los test de retención y reproducción visual, de construcción de senderos, en el tablero de clavijas acanalado y en el test de amplitud y simbología digital. También se dieron síntomas como las cefaleas, mareos, dificultades en el sueño, pérdidas de concentración, pérdidas en la audición, dificultades en la pronunciación, astenia y anosmia. Han de añadirse la leucoencefalopatía, psicosis y depresión, mencionados, además de los anteriores en otros estudios<sup>(11)</sup>. El problema habitual en este tipo de estudios es la exposición simultánea a otros disolventes, lo que dificulta extrapolar los resultados exclusivamente a la exposición al tolueno<sup>(10)</sup>.

Los estudios a largo plazo que evaluaron las pérdidas auditivas se relacionan con la exposición al tolueno (también señalando la exposición simultánea a otros disolventes), principalmente en frecuencias altas. De cualquier manera queda por dilucidar si esta pérdida es por alteración neurológica o por afectación coclear, puesto que se ha observado que la exposición directa al tolueno altera la cóclea<sup>(10)</sup>.

A nivel visual, la exposición prolongada al tolueno produce una pérdida de la percepción del color (discromatopsias), y este caso, no está claro si la alteración es por afectación neurológica o del propio globo ocular<sup>(10)</sup>.

También relacionado con la exposición de larga duración están los estudios reproductivos. En humanos se han reportado abortos espontáneos y descenso en la fecundidad (en mujeres), pero de nuevo, los estudios analizan exposiciones conjuntas con otros disolventes y habitualmente con un tamaño de muestra bajo<sup>(10)</sup>.

La Tabla 1 muestra los principales signos y síntomas según el tipo de toxicidad y el sistema afectado.

**Tabla 1.** Principales signos y síntomas por exposición aguda y crónica según sistema<sup>(8-11)</sup>.

Toxicidad	Sistema	Signos y/o síntomas (en animales o personas)
Aguda	Respiratorio	Irritación nasal y de garganta, crisis asmática, inflamación, edema, fibrosis, necrosis.
	Nervioso	Vértigo, cefalea, euforia, confusión, depresión, alucinaciones, convulsiones, ataxia, alteraciones motoras, estupor, coma, disminución del tiempo de reacción, alteraciones de la memoria, alteraciones del sueño.
	Cardiovascular	Infarto de miocardio, vaso espasmo coronario, arritmias, taquicardia, bradicardia.
	Sensorial	Irritación ocular, lagrimeo, alteraciones auditivas, nocicepción.
Crónica	Respiratorio	Alteraciones de la mucosa, erosiones, inflamación, metaplasias.
	Nervioso	Alteraciones de los test de retención y reproducción visual, de construcción de senderos, en el tablero de clavijas acanalado y de amplitud y simbología digital, cefaleas, mareos, alteraciones del sueño, pérdida de concentración, dificultades en la pronunciación, leuco encefalopatía, psicosis, depresión.
	Sensorial	Pérdidas de audición, anosmia, discromatopsias.
	Reproductivo	Abortos espontáneos, descenso de fecundidad (mujeres).

## Indicadores de exposición

El tolueno presenta varios biomarcadores: urinario y sérico, no metabolizado en saliva, caducado, ácido trans-trans mucónico (t,t-MA), ácido hipúrico, O-cresol, ácido toluoil mercaptúrico, ácido bencilmercaptúrico (SBMA) y ácido fenilglioxílico<sup>(12)</sup>.

El tolueno urinario, influenciado por el consumo de alcohol y tabaco, es más específico que el SBMA y aunque el sérico es más exacto suele usarse el primero por ser menos invasivo<sup>(13)</sup>. Es importante tener cuidado durante la recolección por la posible contaminación y evaporación.

El ácido hipúrico es el marcador más elegido, aunque para concentraciones inferiores a 100 ppm no es tan específico<sup>(12)</sup>. Además, se ve influenciado por producción endógena, así como por la ingestión de ácido benzoico (presente en alimentos y conservantes), consumo de café, té verde, vino o sidra, entre otros.

El O-cresol es más sensible y específico que el ácido hipúrico, sobre todo si la concentración es inferior a 50 ppm<sup>(12)</sup>. Algunos autores recomiendan el uso conjunto del ácido hipúrico y el O-cresol para aumentar la especificidad total<sup>(14)</sup>.

El SBMA está influenciado por el consumo de alcohol y tabaco, aunque es confiable para bajas concentraciones (especialmente si se compara con el ácido hipúrico)<sup>(12)</sup>.

La Tabla 2 muestra los indicadores, valor límite biológico (VLB) y momento de muestreo para el tolueno, incluidos en la actualización 2023 de los Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España<sup>(15)</sup>.

**Tabla 2.** Marcadores biológicos y valores de referencia del tolueno (2023)<sup>(15)</sup>.

Biomarcador	VLB	Momento de muestreo
Tolueno urinario	0,08 mg/l	Final de la jornada laboral
Tolueno sérico	0,05 mg/l	Principio de la última jornada de semana laboral
O-cresol en orina	0,6 mg/g creatinina	Final de la jornada laboral

Los marcadores están sometidos a una variabilidad dependiente de la concentración de la exposición y de las características del propio marcador. Han de considerarse las posibles influencias internas (como la concomitancia con otros tóxicos o el nivel de exposición) y externas (hábitos, consumo de alimentos, ejercicio, etc.), en relación con el marcador utilizado para asegurar unos resultados fiables.

## Justificación y objetivos

La diversidad de signos y síntomas posibles así como la necesidad de acumular evidencias y estudios sobre los efectos agudos y crónicos, exige de los/as especialistas en medicina del trabajo y forenses, así como otros miembros de los equipos de salud laboral un seguimiento estrecho<sup>(9,16)</sup>. En concreto, la enfermería del trabajo juega un papel fundamental puesto que suelen ocuparse de la recogida de las muestras biológicas y pueden ser receptores de las primeras manifestaciones e indicios de síntomas relacionados con la exposición.

Aunque no es difícil encontrar datos sobre la toxicidad general del tolueno, la mayoría de los documentos no son muy sólidos metodológicamente hablando<sup>(17)</sup>. En ocasiones aparecen signos y síntomas poco conocidos, e incluso ausencia de requisitos previos a la recogida de las muestras.

Tanto a nivel de recogida y procesado de muestras como al valorar la presencia de signos y síntomas relacionados con la exposición a tóxicos, en general, y al tolueno, en particular, la realización de las pruebas realizadas por los/as enfermeros/as del trabajo durante los exámenes de salud laboral, la información por y para estos especialistas al respecto es muy escasa.

Por ello nos planteamos los siguientes objetivos: 1) Revisar la bibliografía disponible que sobre la exposición laboral al tolueno y la enfermería del trabajo; 2) Identificar los requisitos de recogida y procesado de muestras para su biomonitorización y 3) Identificar los signos y síntomas de una exposición aguda y crónica identificables dentro de las pruebas que la enfermería del trabajo realizan en los exámenes de salud y relacionarlos con diagnósticos e intervenciones enfermeras.

## Métodos

Se aplicó la estrategia PICO para identificar estudios que abordasen el proceso de recogida y procesado de las muestras, así como la valoración por parte de los/as enfermeros/as del trabajo de los signos y síntomas relacionados con la exposición al tolueno: Population-trabajadores expuestos al tolueno; Intervention - Recogida de muestras; Comparator - Sin comparador; Outcome - Se identifican requisitos de recogida y la intervención de enfermería en el proceso.

Se realizó una exploración bibliográfica no limitada por tipo de documento, fecha o idioma en los buscadores Pubmed, Web of Science y Scopus usando los términos MeSH "Toluene", "Occupational Health Nursing", "Occupational Health", "Specimen Handling", "Biomarker" y "Biological Monitoring." Las combinaciones de términos usadas en cada buscador para realizar las búsquedas en el título, resumen y palabras clave fueron:

1. (Toluene) AND (Occupational Health Nursing)
2. (Toluene) AND (Occupational Health Nursing) AND (Specimen Handling)
3. (Toluene) AND (Occupational Health) AND (Specimen Handling)
4. (Toluene) AND (Occupational Health Nursing) AND (Biomarker)
5. (Toluene) AND (Occupational Health Nursing) AND (Biological Monitoring)
6. (Toluene) AND (Biomarker) AND (Specimen Handling)
7. (Toluene) AND (Biological Monitoring) AND (Specimen Handling)

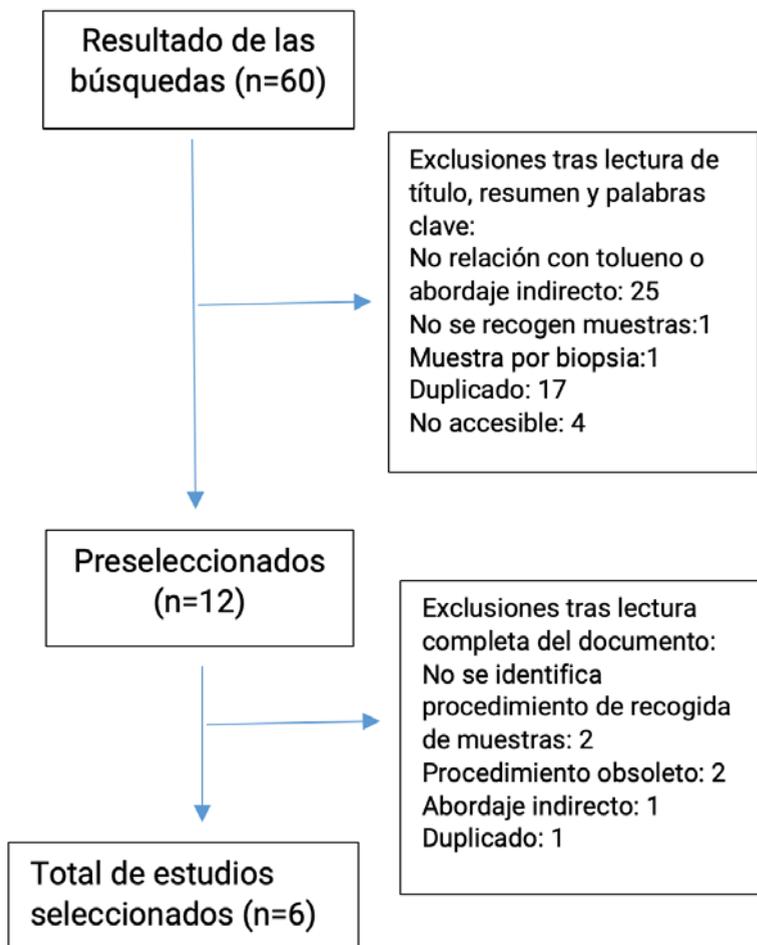
Para dar respuesta al tercer objetivo se realizó una clasificación de los principales signos y síntomas posibles por exposición aguda o crónica al tolueno según el sistema afectado y la prueba enfermera realizada en el contexto del examen de salud. Tras la clasificación se realizó una búsqueda de los signos y síntomas en la aplicación NNNConsult<sup>(18)</sup> y se filtraron e identificaron los diagnósticos e intervenciones de enfermería relacionados.

## Resultados

Tras la revisión bibliográfica sólo se localizó un documento que identificara la enfermería del trabajo, por lo que la búsqueda se centró en identificar requisitos de recogida y procesado de las muestras.

La Figura 1 muestra el flujo de selección seguido, así como los motivos de exclusión para los documentos en la fase de preselección y selección.

Las principales características de los seis estudios seleccionados<sup>(19-24)</sup> se muestran en la Tabla 3. De forma general es destacable el bajo número de muestra en cada estudio, la ausencia de requisitos previos a la recogida de las muestras y la heterogeneidad general respecto a la cantidad y manejo de las muestras.



**Figura 1.** Flujo de selección (sólo se muestra la exploración para identificar requisitos de recogida).

**Tabla 3.** Revisión de la literatura sobre la vigilancia de la salud de los riesgos laborales del tolueno y la enfermería del trabajo: principales características de los estudios seleccionados (n=6).

Referencia	País	n*	Ocupación	Muestra y cantidad	Criterios de recogida y procesado	Producto y/o marcador analizado	Principales hallazgos o conclusiones	Limitaciones
Van Gestel 2020 <sup>(19)</sup>	Bélgica	15	Personal de quirófano	Orina, 5 ml.	5 días consecutivos: inicio, mitad y final turno. Almacenamiento -5°C. Envío a laboratorio en 24 h, congelación -80°C.	O-cresol	Detección o-cresol alto, no relacionado con tolueno del humo quirúrgico.	Tamaño muestral muy bajo. No grupos control.
Chiu 2021 <sup>(20)</sup>	Taiwan	160	Personal sanitario y administrativo	Orina, 10 ml.	Al final de, al menos, tres días consecutivos de trabajo. Almacenamiento a -80°C.	Acido hipúrico	Mayores valores en enfermeras de quirófano.	Tamaño muestral bajo. Tolueno humo quirúrgico, posibles contaminantes externos.
Fustinoni 2000 <sup>(21)</sup>	Italia	31 + 116	Personal de la industria de la impresión	Orina, 7 ml. Sangre, 5 ml.	Refrigeración sangre 4°C, orina -20°C. Conservación misma temperatura en laboratorio, procesado de sangre antes de seis días, de orina antes de 2 meses.	O-cresol	Los valores en orina y sangre son equivalentes. La recogida de orina es más conveniente por no ser un método invasivo.	Posibles diferencias técnicas analíticas según laboratorio; diversos modos de exposición
Fustinoni 2009 <sup>(22)</sup>	Italia	5	Personal de la industria de la impresión	Aire (pasivo) diario y orina, 5 ml	Auto recogida con kits. 3 muestras de aire, uno por día y entre 18 a 27 muestras de orina por sujeto (durante los tres días). Mismas condiciones de conservación de muestras que el estudio anterior.	Tolueno en aire, en orina y O-cresol	Validez del tolueno urinario al final de turno como biomarcador a corto plazo de la exposición y de la auto recogida de la muestra.	Tamaño muestral muy bajo. No se usaron grupos control.
Ducos 2007 <sup>(23)</sup>	Suiza	29	Personal de la industria de la impresión	Orina, 36 ml	Recogida antes y después turno, 5 días; en bote poliestireno (<15 min) y después a bote de cristal. Almacenaje 4 grados, -18 en laboratorio. Se comparan diversas técnicas.	O-cresol	Tolueno orina puede usarse como sustituto del O-cresol (discrimina mejor entre muestra principio y final turno). Efecto de fumar en concentración O-cresol corregido con creatinina.	Bajo tamaño muestra.
Kawai 2011 <sup>(24)</sup>	Japón	Ninguno	No procede	Orina, 5 ml.	Dilución del tolueno	Tolueno	Extraer la muestra inmediatamente tras su recolección (máx. 30 min posteriores, tolueno), 5 ml en tubo de vacío. Antes 3 h refrigerar tubo 4°C, hasta máximo de 3 días.	No se mencionan.

\* n=número de trabajadores incluidos en cada estudio.

Por otro lado, y de acuerdo a la evidencia disponible<sup>(8-11)</sup>, se ordenan y clasifican los signos y síntomas principales por exposición aguda o crónica al tolueno, según el sistema afectado y la prueba enfermera realizada en el contexto del examen de salud (Tabla 4).

**Tabla 4.** Clasificación de los signos y síntomas principales por exposición al tolueno en relación con las pruebas auxiliares enfermeras.

Sistema	Prueba	Signos/Síntomas a valorar
Sensorial	Audiometría	Hipoacusia, acúfenos, sensación de presión, dolor.
	Test de visión	Irritación ocular, picor, ardor, visión borrosa, diplopía, discromatopsia, fotofobia.
Respiratorio	Espirometría	Irritación de vías aéreas superiores, tos, dolor de garganta, congestión nasal, disnea, producción de esputos, fiebre, dolor en el pecho.
Circulatorio	Electrocardiograma	Fatiga, mareo, cefalea, náuseas, infarto de miocardio.
	Tensión/Pulso	Hipertensión arterial, arritmias.
	Somatometría y valoración nutricional	Pérdida de peso, pérdida de apetito, aumento de niveles de creatinina

Finalmente, en la Tabla 5 se propone una clasificación de los diagnósticos e intervenciones enfermeras de acuerdo a los signos y síntomas relacionados con la exposición laboral al tolueno y la clasificación de diagnósticos e intervenciones de la North American Nursing Diagnosis Association (NANDA)<sup>(18)</sup>.

**Tabla 5.** Diagnósticos e intervenciones enfermeras relacionadas con los signos y síntomas<sup>(18)</sup>.

Sistema	Signo/síntoma	Diagnóstico NANDA*	NIC**
Sensorial	Hipoacusia		4974 Mejorar la comunicación: déficit auditivo
			1640 Cuidados de los oídos
	Acúfenos		1640 Cuidado de los oídos
			2308 Administración de medicación: ótica
Dolor		00132 Dolor agudo	1410 Manejo de dolor: agudo
		00133 Dolor crónico	1415 Manejo del dolor: crónico
		00255 Síndrome de dolor crónico	1380 Aplicación de calor o frío
			1480 Masaje
			2210 Administración de analgésicos
6040 Terapia de relajación			
Prurito ocular	00277 Autogestión ineficaz sequedad ocular		
Visión borrosa			1350 Prevención de la sequedad ocular
			6675 Examen de la vista
Diplopía			1650 Cuidados de los ojos

<b>Sistema</b>	<b>Signo/ síntoma</b>	<b>Diagnóstico NANDA*</b>	<b>NIC**</b>	
Respiratorio	Irritación vías aéreas superiores		3316 Irrigación nasal	
			3550 Manejo del prurito	
			6482 Manejo ambiental: confort	
	Tos		00037 Riesgo intoxicación	3250 Mejora de la tos
			00181 Contaminación	1710 Mantenimiento de la salud bucal
			00279 Deterioro procesos de pensamiento	1730 Restablecimiento de la salud bucal
			00031 Limpieza ineficaz vías aéreas	3320 Oxigenoterapia
			00032 Patrón respiratorio ineficaz	6489 Manejo ambiental: seguridad del trabajador
			00036 Riesgo de asfixia	6610 Identificación de riesgos
			00043 Protección ineficaz	8880 Protección de riesgos ambientales
			00045 Deterioro integridad membrana mucosa oral	
			00093 Fatiga	
			00298 Disminución tolerancia a la actividad	
			00299 Riesgo disminución tolerancia a la actividad	
			Disnea	
00036 Riesgo de asfixia				
Fiebre			3740 Tratamiento de la fiebre	

<b>Sistema</b>	<b>Signo/ síntoma</b>	<b>Diagnóstico NANDA*</b>	<b>NIC**</b>
Circulatorio	Fatiga	00093 Fatiga	1450 Manejo de las náuseas
		00032 Patrón respiratorio ineficaz	
		00298 Disminución tolerancia a la actividad	
	Mareo		6675 Examen de la vista
	Cefalea	00030 Deterioro intercambio de gases	
	Náuseas		1450 Manejo de las náuseas
			1570 Manejo del vómito
	Infarto	00201 Riesgo de perfusión tisular cerebral ineficaz	
	Hipertensión arterial		4162 Manejo de la hipertensión
			4050 Manejo del riesgo cardíaco
Arritmia	00267 Riesgo de tensión arterial inestable	4090 Manejo de la arritmia	
		4095 Manejo del desfibrilador: externo	
		4040 Cuidados cardíacos	
Somatometría y otros	Pérdida de peso		1240 Ayuda para ganar peso
			1260 Manejo del peso
			5246 Asesoramiento nutricional
	Aumento de niveles de creatinina		1160 Monitorización nutricional
			2002 Manejo de electrolitos: hiperpotasemia
			2003 Manejo de electrolitos: hipermagnesemia
			2004 Manejo de electrolitos: hipernatremia
			2006 Manejo de electrolitos: hipocalcemia
			2009 Manejo de electrolitos: hiponatremia
			2010 Manejo de electrolitos: hipofosfatemia

\*NANDA = North American Nursing Diagnosis Association; \*\* NIC: Nursing Interventions Classification

## Discusión

La revisión de la literatura realizada destacó que no se han publicado estudios que relacionen la enfermería del trabajo y la vigilancia de la salud de los riesgos de la exposición a tolueno en el lugar de trabajo. Dicha revisión sí identificó seis estudios sobre los requisitos de recogida y manipulación, aunque ha puesto en evidencia la falta de unanimidad respecto a la cantidad, conservación y manejo de las muestras.

La prácticamente inexistente bibliografía que relacione la exposición a tolueno y la enfermería del trabajo es llamativa dado que es la especialidad responsable de la toma de muestras de los trabajadores, vigilando el correcto cumplimiento de las indicaciones que deben seguir, velando por la selección y manipulación de los dispositivos de recolección de las muestras y preparando el transporte por el laboratorio de referencia<sup>(19)</sup>. La explicación a este hallazgo podría ser el relativamente reciente acceso de la enfermería a la formación de postgrado de tipo máster y doctorado que otorga la máxima capacidad para investigar<sup>(20,21)</sup>, y que aún no se manifiesta en estudios de calidad científica respecto al tema que se aborda, o que los requisitos de recogida se relacionan con aspectos técnicos que suelen indicar los laboratorios, pudiendo dar una sensación de ser un tema ajeno. Sin embargo, aunque los métodos de análisis y los laboratorios puedan indicar una forma u otra de recogida y medidas previas, la enfermería debe velar para que se cumplan estos requisitos e indagar sobre la exhaustividad de los mismos, puesto que no pocas veces, como se ha observado, los criterios de recogida son heterogéneos y a veces, vagos o inexistentes. Además, muchas veces sólo se contemplan factores relacionados directamente con la parte técnica del proceso, y no se mencionan otros factores que pueden influir en la correcta recolección de las muestras, como turnicidad y nocturnidad<sup>(28)</sup>, niveles de estrés<sup>(29)</sup>, tabaquismo<sup>(30)</sup>, enfermedades previas, tratamientos farmacológicos o concomitancia del producto a analizar con otros productos domésticos. Aspectos que los/as enfermeros/as del trabajo pueden valorar por conocimiento de las historias laborales y personales, o indagar durante la recolección.

La valoración de los signos y síntomas por posible exposición aguda o crónica a productos químicos suele centrarse en la atención puramente médica<sup>(14)</sup>. Sin embargo, la enfermería suele ser el primer miembro del personal sanitario que establece contacto con los pacientes/trabajadores<sup>(31,32)</sup>, y los especialistas en enfermería del trabajo, además de la atención a urgencias en el lugar de trabajo, realizan las pruebas en los exámenes de salud previamente a la actuación médica, constituyendo ambas especialidades la unidad básica de salud, entre cuyas funciones está la detección precoz de la enfermedad relacionada con el trabajo<sup>(33)</sup>. Esta posición privilegiada que tiene la enfermería del trabajo para identificar las necesidades de los trabajadores<sup>(34)</sup>, requiere del conocimiento de los signos y síntomas relacionados con los productos a los que están expuestos y de los diagnósticos e intervenciones enfermeras que pudieran relacionarse con la exposición.

Sin embargo, hasta nuestro conocimiento, no hemos encontrado trabajos que relacionen los signos y síntomas por exposición al tolueno, como características definitorias, con los diagnósticos y/o intervenciones enfermeras. Teniendo en cuenta que los diagnósticos enfermeros no sólo se basan en estas características definitorias, sino también en otros factores (contribuyentes o determinantes) y condiciones asociadas (diagnósticos médicos, agentes farmacológicos, etc.)<sup>(35)</sup>, se realizó un análisis de los principales signos y síntomas según sistema afectado relacionándolos con los posibles diagnósticos e intervenciones enfermeras. Cualquiera de ellos, intervención, diagnóstico enfermero, signo, síntoma, factor contribuyente, factor determinante o condición asociada, debe analizarse como posible indicador de exposición, recogerse en la historia clínico-laboral del trabajador y valorarse en conjunto. Todos estos aspectos conforman las actuaciones específicas de la enfermería del trabajo en la vigilancia de la salud de los riesgos en el lugar de trabajo, y que puede optimizar la detección precoz y vigilancia de la exposición a sustancias químicas.

La limitación principal de este estudio es que esta revisión de la literatura es exploratoria, limitada sólo a algunas bases de datos y con unos criterios de selección restrictivos, cuyos resultados son negativos, de prácticamente ausencia de estudios que relacionen el control biológico de la exposición al tolueno y la enfermería del trabajo. Sin embargo, esta limitación también puede tomarse como una oportunidad para generar nuevos estudios.

La propuesta de relacionar la semiología médica relacionada con la exposición al tolueno durante los exámenes de salud y los diagnósticos e intervenciones enfermeras es, hasta lo que se ha podido observar, novedoso, e invita igualmente a seguir indagando al respecto con éste y el resto de productos a los que están expuestos los trabajadores.

## Conclusiones

La presencia de la enfermería del trabajo en la literatura científica sobre tolueno parece muy escasa. Los criterios previos a la recogida de muestra, de obtención, conservación, manipulación y envío son escasos y heterogéneos. No se han encontrado estudios que relacionen los signos y síntomas de exposición al tolueno con los diagnósticos e intervenciones enfermeras, se propone un cuadro relacional de forma novedosa. Se precisa de estudios sobre toxicología laboral desde la perspectiva enfermera, con criterios más homogéneos de recogida y procesado de las muestras.

## Referencias

1. Sustancias químicas: Resultados de búsqueda. OMS. 2023 [citado 3 Mar 2023]. Disponible en: [https://www.who.int/es/home/search?indexCatalogue=genericsearchindex1&searchQuery=sustancias químicas&wordsMode=AllWords](https://www.who.int/es/home/search?indexCatalogue=genericsearchindex1&searchQuery=sustancias+químicas&wordsMode=AllWords)
2. Global Carbon Project. Outreach | Global Carbon Atlas. Global Carbon Atlas. 2013 [citado 3 Mar 2023]. Disponible en: <http://www.globalcarbonatlas.org/es/outreach>
3. Romero Salvador A. Evolución De Los Productos Químicos Y De Los Procedimientos De Fabricación. *Cienc Exact Fís Nat (Esp)*. 2009;103(2):375–87.
4. American Chemical Society. Toluene. Molecule of the week archive. 2023 [citado 6 Mar 2023]. Disponible en: <https://www.acs.org/molecule-of-the-week/archive/t/toluene.html>
5. Othmer K. Enciclopedia de tecnología química. Instituto Politecnico Nacional; 1998. 1532 p. [citado 6 Mar 2023]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/ucadiz/titulos/101772>
6. National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Summary for CID 1140, Toluene. 2023 [citado 4 Dic 2023]. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Toluene>
7. International Labour Organization & World Health Organization. Icsc 0078 - Tolueno. Tolueno. 2018 [citado 7 Mar 2023]. Disponible en: [https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p\\_card\\_id=78&p\\_edit=&p\\_version=2&p\\_lang=es](https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=78&p_edit=&p_version=2&p_lang=es)
8. Mager Stellman J, Osinsky D, Markkanen P. Guía de productos químicos. Hidrocarburos Aromáticos. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Vol 4. 2001. [citado 6 Mar 2023]. Disponible en: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=a-981ceffc39a5110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel=9f164a7f8a-651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
9. Rodríguez Padilla C. Intoxicación por tolueno. *Med Leg Costa Rica*. 2004;21(1):45–90.
10. U.S. Department of Health and Human Services. Toxicological Profile for Toluene. In: ATSDR's Toxicological Profiles. CRC Press; 2002. p. 496. [Citado 6 Mar 2023]. Disponible en: [http://www.crcnetbase.com/doi/10.1201/9781420061888\\_ch153](http://www.crcnetbase.com/doi/10.1201/9781420061888_ch153)
11. Alonso Perarnau S, García Yáñez T, Durán Pérez M, Andrés Sanz Á. Efectos neurológicos en trabajadores expuestos a tolueno. Revisión sistemática. *Med Secur Trab*. 2022;68(268 SE-Revisiones):171–89.
12. Santos M, Almeida A, Lopes C OT. Biomonitorização de Solventes. *Rev Port Saúde Ocup*. 2019;8:1–30.

- 13.** Ikeda M. Solvents in urine as exposure markers. *Toxicol Lett.* 1999 5;108(2-3):99-106.
- 14.** Fonseca Patiño PA, Heredia Villarroya JA, Navarrete Tarquino DM. Vigilancia médica para los trabajadores expuestos a benceno, tolueno y xileno. Universidad del Rosario. 2010;1-23. [citado 7 Mar 2023]. Disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/1737>
- 15.** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Límites de exposición profesional para agentes químicos en España [Internet]. 2023. [citado 7 Mar 2023]. Disponible en: <https://www.insst.es/el-instituto-al-dia/limites-de-exposicion-profesional-para-agentes-quimicos-2023>
- 16.** Vigilancia de la salud para la prevención de riesgos laborales. Guía básica y general de orientación. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. 2010. [citado 7 Mar 2023]. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/saludLaboral/vigiTrabajadores/home.htm>
- 17.** Santos M, Almeida A, Lopes C OT. Toxicidade dos Solventes em Contexto Laboral. *Rev Port Saúde Ocup.* 2019;8:1-22.
- 18.** NNNConsult. Herramienta online para la consulta y diseño de Planes de Cuidados de Enfermería. Barcelona: Elsevier. 2015 [citado 15 May 2023]. Disponible en: <http://www.nnnconsult.com/>
- 19.** Van Gestel EAF, Linssen ES, Creta M, Poels K, Godderis L, Weyler JJ, et al. Assessment of the absorbed dose after exposure to surgical smoke in an operating room. *Toxicol Lett.* 2020;328:45-51.
- 20.** Chiu CH, Chen CT, Cheng MH, Pao LH, Wang C, Wan GH. Use of urinary hippuric acid and o-/p-/m-methyl hippuric acid to evaluate surgical smoke exposure in operating room healthcare personnel. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2021;217:112231.
- 21.** Fustinoni S, Buratti M, Giampiccolo R, Brambilla G, Foà V, Colombi A. Comparison between blood and urinary toluene as biomarkers of exposure to toluene. *Int Arch Occup Environ Health.* 2000;73(6):389-96.
- 22.** Fustinoni S, Mercadante R, Campo L. Self-collected urine sampling to study the kinetics of urinary toluene (and o-cresol) and define the best sampling time for biomonitoring. *Int Arch Occup Environ Health.* 2009 May;82(6):703-13.
- 23.** Ducos P, Berode M, Francin JM, Arnoux C, Lefèvre C. Biological monitoring of exposure to solvents using the chemical itself in urine: application to toluene. *Int Arch Occup Environ Health.* 2008 Jan;81(3):273-84.
- 24.** Kawai T, Sumino K, Ohashi F, Ikeda M. Use of a holder-vacuum tube device to save on-site hands in preparing urine samples for head-space gas-chromatography, and its application to determine the time allowance for sample sealing. *Ind Health.* 2011;49(1):24-9.
- 25.** Asociación de Enfermería del Trabajo. Vigilancia de la salud individual de los trabajadores. En: AET, editor. Manual de enfermería del trabajo. 1st ed. 2022. p. 435.

Disponible en: <https://enfermeriadeltrabajo.com/manual-de-enfermeria-del-trabajo/>

**26.** AET. Historia de la enfermería del trabajo. In: AET, editor. Manual de enfermería del trabajo. 1st ed. 2022. p. 435.

**27.** González-Caballero J. Assuming the Challenge of Developing Research Projects in Occupational Health Nursing. *Med Lav.* 2023;114(2):e2023018. [citado 15 May 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.23749/mdl.v114i2.14247>

**28.** Smolensky MH, Reinberg AE, Fischer FM. Working Time Society consensus statements: Circadian time structure impacts vulnerability to xenobiotics—relevance to industrial toxicology and nonstandard work schedules. *Ind Health.* 2019;57(2):158–74.

**29.** Vesterinen HM, Morello-Frosch R, Sen S, Zeise L, Woodruff TJ. Cumulative effects of prenatal-exposure to exogenous chemicals and psychosocial stress on fetal growth: Systematic-review of the human and animal evidence. Meliker J, editor. *PLoS One.* 2017 Jul 12;12(7):e0176331.

**30.** Schulte PA, Hauser JE. The use of biomarkers in occupational health research, practice, and policy. *Toxicol Lett.* 2012;213(1):91–9.

**31.** Soler W, Gómez Muñoz M, Bragulat E, Alvarez A. [Triage: a key tool in emergency care]. *An Sist Sanit Navar.* 2010;33 Suppl 1(SUPP1):55–68.

**32.** Quirónsalud. La importancia de la enfermería: el triaje. Notas de prensa. 2017 [citado 10 May 2023]. Disponible en: <https://www.quironsalud.com/es/comunicacion/notas-prensa/importancia-enfermeria-triaje>

**33.** Romero Saldaña M, Moreno Pimentel AG, Santos Posada A. Enfermería del Trabajo: competencia y experiencia para alcanzar la seguridad, la salud y el bienestar de la población laboral. *Enfermería Clínica.* 2019;29(6):376–80.

**34.** González Caballero J. Una enfermería del trabajo con perspectiva holística. *Arch Prev Riesgos Labor.* 2021;24(2):175–84.

**35.** Connect E. Diagnóstico enfermero: las características definitorias. 2019. [citado 10 May 2023]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/es-es/connect/enfermeria/edu-diagnostico-enfermero-las-caracteristicas-definitorias>