Los nanomateriales: el desafío de un nuevo riesgo laboral

Según la definición del diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, se entiende por nanotecnología, "la tecnología de los materiales y de las estructuras en la que el orden de magnitud se mide en nanómetros".

La Comisión Europea, en el año 2011 (2011/696/UE) y en el año 2022 (2022/C229/01), recomendó definir nanomaterial como "aquel material natural, accidental o fabricado que contenga partículas, sueltas o formando un agregado o aglomerado, y en el que el 50 % o más de las partículas en la granulometría numérica presente una o más de las dimensiones externas en el intervalo de tamaños comprendido entre un nanómetro y 100 nanómetros. En casos específicos —y cuando se justifique por preocupaciones de medio ambiente, salud, seguridad o competitividad— el umbral de la granulometría numérica del 50 % puede sustituirse por un umbral comprendido entre el 1 % y el 50 %".

Así pues, si focalizamos la mirada en la génesis de la nanotecnología y más concretamente, en el origen de los nanomateriales, podemos comprobar que, sobre estos, a pesar de que el ser humano los ha utilizado desde hace siglos (por ejemplo, en el dorado de las cerámicas andalusíes), no es hasta la década de los años 70 cuando se tiene un conocimiento científicamente contrastado acerca de sus características y aplicabilidad técnica.

A finales del siglo XX, el avance en campos científicos como la óptica, fundamentalmente la microscopía, permitió al ser humano analizar con el máximo detalle y claridad la composición de los materiales, pudiendo visualizar sus partículas más pequeñas. En este contexto, el microscopio de efecto túnel, inventado por Gerd Binnig y Heinrich Rohrer en el año 1981, representa un hito en el campo de la nanotecnología.

En la actualidad constatamos la presencia de los nanomateriales bajo tres formas fundamentales: como subproducto, en forma natural y de forma artificial. Descriptivamente, los nanomateriales presentan propiedades únicas, debido a su tamaño y estructura. Se caracterizan por tener, entre otras cosas, una gran superficie específica, una alta reactividad química y una alta capacidad de penetración celular. Esto hace que estos nanomateriales sean mejores y más efectivos que otros productos para las mismas aplicaciones. Es por ello por lo que su aplicación en el sector industrial resulta variada, abarcando, entre otros muchos, los siguientes ámbitos: electrónica, medioambiente, automoción, cosmética, plástico, materiales de construcción, medicina, etc.

La versatilidad de los nanomateriales es indiscutible, y las posibilidades que presentan tanto morfológicamente como a nivel de resistencia son innegables. Tal y como señala el *Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea*, las nanotecnologías están completamente integradas en nuestra vida diaria, siendo consideradas como una de las 6 tecnologías facilitadoras esenciales (*Key Enabling Technologies - KET*).

En el sector económico, por otra parte, se estima que el valor de mercado mundial de los productos que incorporan nanotecnologías como su componente principal alcanzó los 700.000 millones de euros en el año 2015, superando los 2 billones de euros en 2021, cifra que supone un incremento en la creación de puestos de trabajo, pasando de 2 a 6 millones.

En cuanto a la exposición laboral a nanomateriales hay que indicar que esta aparece en cada una de las fases que integran su ciclo de vida, desde la fabricación del material hasta la eliminación de los residuos que los contienen, pasando por la utilización profesional-industrial del producto.

Como resulta común cuando nos referimos a cualquier nuevo material, en el caso de los nanomateriales existen escasos estudios científicos al respecto, característica que dificulta la extracción de datos concluyentes y fiables sobre los efectos y consecuencias que los nanomateriales pueden causar en la salud de los trabajadores.

En el ámbito de la seguridad industrial, a pesar de que la bibliografía al respecto es limitada, los expertos en la materia coinciden en afirmar que

la potencialidad del riesgo en el uso del nanomaterial gira sobre dos ejes: el incendio y la explosión (influidos en el primer caso por el tamaño del nanomaterial, lo cual facilita que permanezca más tiempo en el aire, y por otro lado por su mayor área superficial específica, parámetro técnico que favorece una mayor inflamabilidad).

A nivel jurídico, cabe destacar la primera sentencia laboral en Europa sobre exposición a nanopartículas en Navarra (*000347/2017*), mediante la cual el Juzgado de lo Social nº 4 de Navarra dictaminó la no contratación de un trabajador tras recibir este un examen de salud con la calificación de no apto para el puesto para el que iba a ser contratado. La Sala da la razón al demandante, en el sentido de considerar como plausible la hipótesis de que su exposición a nanopartículas afectaría probablemente a su estado de salud. En este sentido, dicha sentencia otorga veracidad a la posible toxicidad de los nanomateriales y da por válido el reconocimiento médico inicial del Servicio de Prevención, que recomendaba asignar a otro puesto de trabajo a un trabajador que padecía de enfermedad renal, haciendo prevalecer, consecuentemente, la salud del trabajador frente a la exposición a un riesgo químico.

Así pues, con el fin de minimizar los potenciales efectos adversos de estos materiales, tenemos el deber jurídico y moral de avanzar alineados, eliminando en la medida de lo posible asimetrías entre el desarrollo productivo de la nanotecnología y la toxicidad que su manipulación y uso pueden causar entre la población trabajadora y los usuarios que se benefician de su utilización. En este contexto cobra especial relevancia el rol de la Medicina del Trabajo y su labor de garante frente a riesgos emergentes, los cuales, a pesar de que todavía no se dispone de estudios suficientes, sí que presentan evidencias científicas que establecen una relación causa-efecto entre la exposición a nanopartículas y el impacto que estas causan sobre la salud de la población expuesta.

Documentos como la guía que propone la Organización Mundial de la Salud, *Guidelines from potential risks on protecting workers of manufactured nanomaterial,* ofrecen pautas y acciones preventivas en el campo de la salud y seguridad laboral frente a los riesgos potenciales de los nanomateriales manufacturados, al mismo tiempo que representan una útil orientación de hacia dónde debemos encarar los esfuerzos preventivos en aras de mantener una convivencia —no siempre posible— entre el progreso tecnológico y la preservación de la salud, tanto de la población trabajadora como de la ciudadanía que convive con esta.

Las «Notas Prácticas» que presentamos a continuación tratan un tema específico relacionado con la prevención de riesgos laborales. El que corresponde a este número es el de «Nuevas tecnologías en prevención de riesgos laborales».
Se incluyen los siguientes apartados: un conjunto de recomendaciones que constituyen el cuerpo teórico del tema; un Caso Práctico, acompañado de un análisis sobre factores de riesgo; y unas actividades didácticas que el profesorado puede desarrollar a partir de dicho Caso y otras propuestas. Estos ejercicios son orientativos y tienen como finalidad que el profesorado los utilice como herramienta de apoyo en la enseñanza de la prevención de riesgos.

Exposición a nanomateriales en el lugar de trabajo

El nanomaterial, de acuerdo con la Recomendación 2022/C229/01 de la Comisión, de 10 de junio de 2022, se define como:

Un material natural, accidental o fabricado, constituido por partículas sólidas que están presentes individualmente o como partículas constituyentes identificables en agregados o aglomerados, y en el que el 50 % o más de estas partículas en la granulometría numérica cumple al menos una de las condiciones siguientes:

- una o más dimensiones externas de la partícula se hallan en el intervalo de tamaños comprendido entre 1 nanómetro (nm) y 100 nm (un nanómetro tiene un tamaño 10^{-9}m, es decir, una mil millonésima parte de un metro).
- la partícula tiene forma alargada, como la de una varilla, una fibra o un tubo, y dos de sus dimensiones externas son inferiores a 1 nm, mientras que la otra dimensión es superior a 100 nm.
- la partícula tiene forma de placa, y una de sus dimensiones externas es inferior a 1 nm, mientras que las otras dimensiones son superiores a 100 nm.

Los nanomateriales se pueden presentar bajo las siguientes formas:

- En forma natural: son aquellos nanomateriales producidos por árboles, plantas, volcanes, espumas marinas, etc.
- Como subproducto: humos de soldadura, productos de combustión y procesos industriales.
- De forma artificial: producidos por procesos de fabricación.
- Los nanomateriales presentan propiedades únicas, debido a su tamaño y estructura. Se caracterizan por tener, entre otras, una gran superficie específica, una alta reactividad química y una alta capacidad de penetración celular. Esto hace que estos nanomateriales sean mejores y más efectivos que otros productos, para las mismas aplicaciones.

Los nanomateriales, por ello, se pueden aplicar en diversos sectores y campos:

– energía
– electrónica
– medioambiente
– automoción
– aeroespacial
– plásticos
– vidrio y cerámica
– textil y calzado
– metalurgia
– cosmética
– materiales de construcción
– medicina

También hay que tener en cuenta que, debido a su pequeño tamaño, puede aumentar el riesgo de producir efectos negativos en la salud de las personas.

Hay tres vías de entrada principales de los nanomateriales al organismo:

1. Vía inhalatoria. Es la vía principal de entrada. Las nanopartículas inhaladas pueden depositarse en las vías respiratorias y en los pulmones y llegar a otros órganos y tejidos.
2. Vía oral. Puede producirse después de tocar superficies contaminadas o por ingesta de alimentos o agua contaminados.

3. Vía dérmica. Siendo esta vía menos probable que las dos anteriores, el contacto con la piel debe evitarse y controlarse igualmente.

La Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo dispone en su web de un portal enfocado a los nanomateriales como riesgo emergente. En este se indica que el Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (CCRSERI) ha determinado que existen riesgos comprobados para la salud vinculados a varios nanomateriales manufacturados. No obstante, también aclaran que no todos los nanomateriales ejercen necesariamente un efecto tóxico, y que conviene enfocar caso por caso mientras avanzan en las investigaciones que están llevando a cabo.

En relación con los efectos toxicológicos de los nanomateriales, hay que indicar que estos dependen principalmente de los siguientes factores:

- Factores químicos tales como la composición química y la solubilidad.
- Factores físicos tales como el tamaño, la forma, la estructura y el estado de agregación.

Los nanomateriales son agentes químicos. Por esta razón les aplica lo establecido en el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Según lo establecido en el artículo 3 del Real Decreto 374/2001, el empresario deberá determinar si existen agentes químicos peligrosos y, en caso de que no sea posible su eliminación, se deberán evaluar los riesgos derivados de esos agentes químicos. Es por ello por lo que, si hay trabajadores que procesan o manipulan nanomateriales, hay que estimar los riesgos derivados de estos y llevar a cabo la evaluación de la exposición.

Dicha evaluación requerirá de una medición de las concentraciones en la zona de respiración de la persona.

De acuerdo con el Real Decreto 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, cuando la evaluación exija la realización de mediciones, análisis o ensayos y la normativa no indique o concrete los métodos que deben emplearse, se podrán utilizar, si existen, los métodos o criterios recogidos, entre otros, en las normas UNE. Así, por ejemplo, en el caso de la evaluación de nanomateriales se podría utilizar la norma UNE-EN 17058: 2022 Exposición en el lugar de trabajo. Evaluación de la exposición por inhalación de nano-objetos y sus aglomerados y agregados. Esta norma recoge criterios sobre cómo realizar la evaluación de la exposición a nanomateriales por inhalación.

En dicho real decreto se establece que, para determinar si esa concentración medida puede suponer un riesgo para la seguridad y salud de las personas, se comparará con los valores límites ambientales de ese agente químico.

En relación con esto último, los nanomateriales presentan un problema a diferencia de otros agentes químicos peligrosos. La dificultad radica en que no se dispone de valores límite de exposición ambiental para nanomateriales en España. Es por esta razón que, para llevar a cabo la evaluación de la exposición, puede recurrirse a valores límite propuestos por algunos de los organismos internacionales como el "National Institute for Occupational Safety and Health" (NIOSH) o el "British Standard Institution" (BSI).

Si, derivado de esa evaluación de la exposición, esta concluyese que hay riesgos para las personas, se deberían aplicar las medidas necesarias para eliminar o reducir ese riesgo.

El Real Decreto 374/2001 establece una serie de medidas para eliminar o reducir los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos peligrosos. Las medidas serán aplicadas según la priorización indicada en el artículo 15 de la Ley 31/1995, sobre principios de la actividad preventiva. Se establecerán primeramente las que combatan el riesgo en origen para, posteriormente, establecer las medidas técnicas y organizativas y finalmente medidas de protección sobre el trabajador.

Las medidas que se pueden aplicar, en el caso particular de los nanomateriales, son las siguientes:

Medidas preventivas

1. Eliminación o sustitución del nanomaterial por otro menos peligroso.
2. Modificación del proceso para minimizar la

exposición utilizando los agentes químicos en forma de gel o pasta, pastillas o en una matriz de forma que dispersen menor cantidad de materia al ambiente.

3. Aislamiento/confinamiento del proceso durante el cual se pueden liberar nanomateriales mediante la utilización de cabinas de extracción u otros sistemas de extracción eficaces.
4. Instalación de sistemas de extracción localizada con velocidad de extracción suficiente para evitar la acumulación de polvo en el ambiente de trabajo.
5. Elaboración de un procedimiento de trabajo específico para las tareas que impliquen el uso de nanomateriales donde se recoja, además del propio procedimiento, los riesgos y las medidas preventivas y el número de trabajadores que llevará a cabo cada una de las operaciones del proceso.
6. Utilización de la mínima cantidad de sustancia necesaria para la actividad y guardarla inmediatamente después de su uso.
7. Evitar adquirir o almacenar nanomateriales en forma de polvo en bolsas, ya que al abrirlas se pueden liberar partículas de nanomaterial al ambiente. Es preferible el uso de recipientes rígidos con tapón roscado para evitar la liberación del material al abrir el envase debido a diferencias de presión.
8. Formación e información adecuada de las personas trabajadoras sobre los riesgos derivados de los nanomateriales y medidas preventivas adoptadas.
9. Reducción del número de trabajadores expuestos.
10. Señalización de las áreas donde haya una posible presencia de nanomateriales mediante pictogramas y etiquetas.
11. Mantenimiento del lugar de trabajo en buenas condiciones de orden y limpieza.
12. Reducción del tiempo de exposición a los nanomateriales a través de la rotación de puestos o de descansos.
13. Adecuado almacenamiento de los nanomateriales en locales frescos, bien ventilados y lejos de fuentes de calor o ignición.
14. Etiquetado correcto de los recipientes donde se guarden los nanomateriales que informe al usuario de los riesgos asociados al nanomaterial en uso.
15. Separación de la vestimenta de calle de la ropa de trabajo.
16. Prohibición de comer y beber en las zonas donde haya presencia de nanomateriales.
17. Provisión a las personas trabajadoras de calzado antiestático y ropa de trabajo adecuada que no dé lugar a descargas electrostáticas y pueda causar la ignición de una atmósfera potencialmente peligrosa. Esta medida se llevará a cabo si hay nanomateriales que puedan causar un riesgo de incendio o explosión atendiendo a lo establecido en el Real Decreto 681/2003 sobre atmósferas explosivas.
18. Utilización de instalaciones eléctricas antiexplosivas y equipos eléctricos protegidos frente al polvo y estancos a vapores. Esta medida se llevará a cabo si hay nanomateriales que puedan causar un riesgo de incendio o explosión atendiendo a lo establecido en el Real Decreto 681/2003 sobre atmósferas explosivas.
19. Puesta a disposición de las personas trabajadoras de los equipos de protección individual adecuados: equipos de protección respiratoria tales como máscaras con filtros P3 o mascarillas autofiltrantes FFP3, protección ocular (pantallas faciales o gafas), guantes de protección y ropa de protección.

Caso práctico

Juan tenía un sueño desde muy joven, él quería ser su propio jefe y montar una empresa, pero no era muy bueno en los estudios por lo que poco a poco fue dejándolos hasta abandonarlos definitivamente. Su padre, cansado de esta situación y viendo que Juan sólo estaba en casa jugando con la consola y el ordenador, decidió incorporarlo a la empresa de albañilería como aprendiz.

A Juan no le sentó nada bien la decisión que había tomado su padre. El trabajo era muy duro y prefería estar en casa jugando, pero comprendía que, si no estudiaba, le tocaría trabajar para ayudar en casa y tener dinero para sus gastos y caprichos.

Con el tiempo, trabajar de aprendiz le empezó a gustar y comprendió que era necesario para alcanzar su proyecto. Tal es así que al poco tiempo lo pasaron a peón y de ahí a oficial, hasta ser jefe de obra.

Pasados los años y gracias a los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera, pudo cumplir su sueño y creó la empresa Matco S.L.

Al principio la empresa era sólo de venta de materiales de construcción, pero Juan viendo que eso ya lo hacían muchas empresas de la región, decidió crear un laboratorio donde llevar a cabo la caracterización de los materiales de construcción y también donde se realizaran investigaciones con el objeto de innovar sus productos y conseguir mejorar las propiedades de estos. Es por ello por lo que la empresa, una vez creado el laboratorio, se dedicó no sólo a la venta de materiales de construcción, sino también a la fabricación de los mismos.

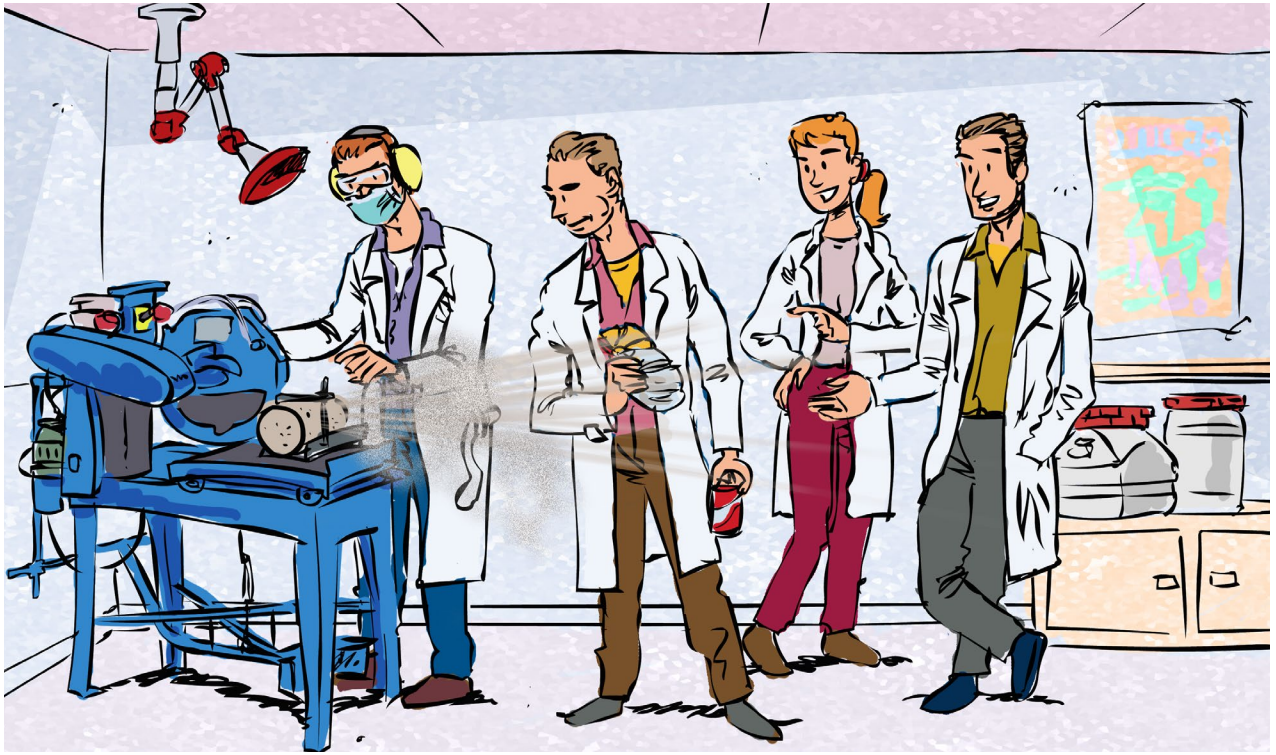
La empresa de Juan en pocos años creció en ventas hasta el punto de que Juan, hombre de altas miras, quiso expandir sus productos, distribuyéndolos a otras regiones. El problema es que había mucha competencia, motivo por el cual tuvo claro que para ganar mercado tendría que conseguir alcanzar la excelencia en sus productos.

Para ello, Juan se asesoró con expertos del tema y le comentaron que, para mejorar las propiedades del cemento y el hormigón (productos de mayor éxito de ventas en la empresa), había que añadirles a estos nanomateriales.

– ¿Nanomateriales?, se preguntó Juan, no sé qué es eso, pero si me lo dicen los expertos, será cierto.

Dicho y hecho, Juan cogió a José, jefe de laboratorio durante muchos años, y le comentó lo que le habían dicho los asesores y empezaron a llevar a cabo investigaciones y ensayos con los citados nanomateriales.

En este laboratorio, también trabajaba Manuel,



técnico de laboratorio y también con mucha experiencia, que ayudaba a José en los ensayos e investigaciones.

Al tiempo y debido al volumen de trabajo, la empresa decidió contratar a dos becarios para el laboratorio, Raúl y Ana para ayudar a ambos. La idea era que estos adquiriesen experiencia y, si llegado el caso, eran buenos, que formasen parte de la plantilla y crear así un equipo muy competente para trabajar en el laboratorio.

Como cada día, Manuel y José se encontraban en el laboratorio. José estaba cortando una probeta de hormigón para adaptarla a las dimensiones requeridas para el ensayo y Manuel, estaba cerca de él comiéndose un bocadillo y tomando un refresco.

José, en la operación de cortado de probetas, llevaba las gafas de seguridad y las mascarillas quirúrgicas tal y como les había dicho Luis, técnico superior de prevención, recientemente contratado y sin experiencia previa en el ámbito de la prevención, mientras que Manuel no llevaba colocada ninguna protección.

En ese momento, Manuel y José comenzaron a charlar de sus cosas.

– Manuel: José, habría que hablar con Juan para que le dijese al personal de limpieza que se pasase por aquí con más frecuencia porque la acumulación de polvo ya es excesiva.
– José: Tienes razón, pero es raro que haya tanta acumulación teniendo instalados extractores.
– Manuel: Ya, pero ahora que lo dices me da la impresión de que, o no tiran bien o son muy pequeños para el polvo que aquí se genera.
– José: Sí, puede ser. Por cierto, el otro día casi me equivoco y cojo unos productos que no eran para llevar a cabo los ensayos.
– Manuel: Normal, no sé quién de los dos, pero uno de los becarios, para evitar tener tantos botes en el armario cogió los productos y los introdujo en varios recipientes de mayor tamaño que teníamos por ahí sin ningún tipo de etiqueta.
– José: ¿Qué armario?
– Manuel: Ese que está al lado del radiador grande.
– José: Pues vaya, ya podrían habérmelo dicho, no sé qué podría haber pasado si mezclo componentes que no son lo que se supone que son.

En ese momento entraron los becarios y, ante toda la polvareda, decidieron acercarse a ver lo que estaba pasando y se unieron a la conversación.

– Ana: Compañeros, ¿qué os parece Luis, el nuevo técnico de prevención contratado?
– José: Está bien, pero lo veo un poco "verde", no tiene experiencia previa en prevención y en este ámbito la experiencia es un grado.
– Manuel: Estoy de acuerdo contigo. No sé, veo que no controla bien el tema, espero que con el tiempo y cuando coja experiencia mejore.
– Raúl: No veas la de polvo que hay aquí, por cierto, esto no será peligroso, ¿verdad? He visto y leído noticias por ahí que hay sustancias que pueden ser dañinas e incluso causar cáncer.
– Ana: No me asustes Raúl, ¡¡¡qué miedo!!!
– Manuel: No os preocupéis, de ser así, Luis nos lo habría contado y no se habría limitado a indicarnos que nos pongamos mascarillas quirúrgicas para evitar que inhalemos el polvo.
– José: Puede que Luis lo haya dicho, pero, como lo veía tan inexperto, el otro día me encontré a Antonio, nuestro delegado de prevención y según él, no sabía nada. De hecho, desconocía que habíamos empezado a realizar ensayos e investigaciones con esos productos.
– Manuel: Es increíble, siempre pasa lo mismo, nunca le informan de nada. Cualquier día nos va a pasar algo y verás.
– José: Bueno, para que nos quedemos tranquilos, me voy a informar a ver si los productos que estamos utilizando son o no peligrosos. Ya os comentaré, ¡¡¡y venga!!!, todos de vuelta al trabajo que ya hemos charlado bastante.

Pasados varios días, a José le informaron que las sustancias que utilizaban y a las cuales estaban expuestos cada día podían ser cancerígenas además de inflamables. Ante la información recibida, José se lo comunicó a la empresa, al técnico de prevención y a sus compañeros. El técnico de prevención, después de saber por parte de José lo que podían causar esas sustancias, decidió cerciorarse de si era cierto o no. Al final, Luis descubrió que, efectivamente, era cierto, por lo que se lo comunicó a la dirección, y esta a su vez, a los representantes de los trabajadores. Posteriormente Luis se reunió con la dirección para estudiar e implementar las medidas necesarias para no poner en peligro la seguridad y salud de la plantilla.

Análisis del Caso Práctico. Factores de riesgo

Falta de orden y limpieza en el centro de trabajo.

Medida 11.

Zona de almacenamiento no apropiada.

Medidas 13 y 18.

Envasado de nanomateriales de forma incorrecta.

Medida 7.

Aislamiento inexistente de los agentes químicos respecto al ambiente de trabajo en las zonas de mezclado de nanomateriales con cemento y hormigón.

Medida 3.

Aumento del número de trabajadores expuestos.

Medida 9.

Selección de EPI inadecuada.

Medida 19.

Inexistencia de señalización de riesgo por presencia de nanomateriales en la zona de trabajo.

Medida 10.

Falta de etiquetado de agentes químicos.

Medida 14.

Ausencia o incumplimiento de un procedimiento de trabajo establecido para el trabajo sin riesgo con nanomateriales.

Medidas 8 y 16.

Sistema de extracción insuficiente en la zona de ensayos y pruebas.

Medida 4.

Incendio y explosión.

Medidas 3, 4, 11, 13, 17 y 18.

Exposición a agentes químicos peligrosos para la salud humana.

Medidas 3, 4, 8, 10, 12,15, 16 y 19.

1. Analizar la forma de actuar de la dirección de la empresa y las medidas preventivas propuestas por el servicio de prevención. Realizar una evaluación de riesgos.

Propuesta: *A partir del caso práctico, llevar a cabo un debate en clase para determinar si las acciones realizadas por la dirección de la empresa en materia preventiva fueron correctas, o bien, se deberían haber tomado otras medidas teniendo en cuenta la legislación vigente y las obligaciones del empresario o empresaria. Utilizar como referencia los documentos: Directrices básicas para la evaluación de riesgos laborales, Exposición potencial a nanomateriales en el sector de la construcción y Seguridad y Salud en el trabajo con nanomateriales.*

		Consecuencias		
		Ligeramente dañino (LD)	**Dañino (D)**	**Extremadamente dañino (ED)**
Probabilidad	**Baja**	Riesgo Trivial **(T)**	Riesgo Tolerable **(TO)**	Riesgo Moderado **(MO)**
	Media	Riesgo Tolerable **(TO)**	Riesgo Moderado **(MO)**	Riesgo Importante **(I)**
	Alta	Riesgo Moderado **(MO)**	Riesgo Importante **(I)**	Riesgo Intolerable **(IN)**

Tabla de niveles de riesgo

Riesgo	**Acción y temporización**
Trivial **(T)**	No se requiere acción específica
Tolerable **(TO)**	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado **(MO)**	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante **(I)**	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable **(IN)**	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Por último, valorar si el uso de las mascarillas quirúrgicas que propuso el técnico de prevención es suficiente o, debido a la peligrosidad de las sustancias químicas que iban a utilizar y a las actividades a realizar, requieren otras de otro tipo. Para comprobar la respuesta se podría utilizar, entre otros documentos elaborados por el INSST, la infografía realizada por el INSST en relación con las mascarillas contra partículas. Link

2. Englobar las medidas y establecer su orden de priorización.

Propuesta: *La clase deberá leer la NTP 797, sobre los riesgos asociados a la nanotecnología, y englobar las medidas que se hayan indicado en la actividad anterior, en las siguientes categorías:*

- *Medidas que combatan el riesgo en su origen.*
- *Medidas técnicas.*
- *Medidas organizativas.*
- *Medidas de protección del trabajador.*

Posteriormente se debería debatir cuál sería el orden de priorización de adopción de las medidas anteriores y el porqué.

3. Uno de los problemas a los que se pueden enfrentar los técnicos de prevención es el desconocimiento de las consecuencias derivadas de la utilización o manipulación de una determinada sustancia química o determinado equipo o dispositivo. Ejemplos de estas situaciones pueden ser el uso de exoesqueletos u otro dispositivo tecnológico actual o la manipulación de sustancias químicas de los cuales se desconocen realmente las consecuencias sobre la salud humana. Relacionado con lo que se ha indicado en el párrafo anterior, el alumnado de la clase debería debatir cómo tendría que actuar el técnico de prevención junto con la dirección de la empresa en caso de encontrarse ante una situación de ese tipo

teniendo en cuenta el artículo 15 de la Ley de prevención de riesgos laborales (Ley 31/95), sobre los principios de la acción preventiva, apuntando en todo caso los riesgos evitables y los riesgos no evitables.

4. Visualizar los videos denominados "Napo", sobre los peligros de la exposición a agentes cancerígenos, las sustancias químicas y al polvo en suspensión en los lugares de trabajo. Realizar la sopa de letras incluida en la propuesta.

Propuesta: *La clase visualizará tres videos, "Napo en... la amenaza invisible", "Napo en... el polvo en el trabajo" y "Napo presenta: peligro: ¡productos químicos!".*
Una vez visualizados estos videos, el alumnado tratara de encontrar las palabras correspondientes a las siguientes definiciones en la sopa de letras.

a) Sustancias químicas o materiales cuyas partículas tienen un tamaño de entre 1 y 100 nanómetros (nm).
b) Proceso mediante el cual retiras una sustancia para utilizar otra, normalmente menos peligrosa.
c) Enfermedad que se caracteriza por la transformación de las células, que proliferan de manera anormal e incontrolada.
d) Perteneciente o relativo a la higiene. (fem., pl.)
e) La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos
f) Todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, por cualquier actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no. (pl.)
g) Información impresa o gráfica que acompaña al producto para su identificación, clasificación, etc.
h) Presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de éste con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía dérmica.
i) Proceso que tiene por fin ampliar el conocimiento científico, sin perseguir, en principio, ninguna aplicación práctica.
j) Operación mediante la cual se limpia el espacio interior para mantener un aire limpio de contaminantes.

L	Y	L	I	I	X	D	U	F	F	Z	A	T	E	R	E	Y	H	A	B
B	B	K	N	W	Q	L	R	F	R	O	H	Q	P	F	X	B	X	Q	M
A	Z	L	V	N	M	T	H	B	E	P	T	D	D	T	P	D	A	U	N
G	W	N	E	Q	R	K	L	N	C	R	Y	W	G	E	O	R	G	W	O
E	Q	B	S	L	T	X	D	J	N	I	L	X	S	Z	S	Y	R	W	I
N	F	B	T	J	G	Z	Q	Y	A	X	A	U	S	E	I	S	S	J	C
T	Z	Z	I	V	H	G	Q	Y	C	K	N	K	L	I	C	Y	F	P	C
E	V	Y	G	M	N	I	R	Y	G	I	I	A	B	T	I	J	E	S	A
S	O	A	A	X	U	E	G	X	B	F	I	M	C	J	O	V	Z	D	R
Q	R	Q	C	T	F	L	A	I	D	R	K	E	J	R	N	I	L	H	T
U	F	E	I	D	X	V	X	K	E	G	O	W	E	V	P	Y	L	X	X
I	P	L	O	H	H	J	R	T	R	N	I	T	K	B	T	Q	X	T	E
M	Y	H	N	A	Y	V	A	I	N	B	I	Y	E	C	B	A	R	M	F
I	N	Y	W	T	L	M	T	X	O	Q	Y	C	S	C	F	R	R	I	N
C	U	I	D	J	O	X	O	C	U	G	Z	N	A	A	L	D	O	Y	G
O	G	R	P	N	X	K	U	E	E	N	J	N	X	S	Z	E	R	G	U
S	P	C	A	D	X	R	T	A	L	Q	I	K	C	O	B	S	I	N	G
S	U	N	R	Y	B	A	W	W	N	O	I	C	A	N	I	M	I	L	E
C	T	Y	A	Q	D	D	Z	A	O	I	J	L	H	B	J	N	L	X	K
M	M	M	F	O	U	F	E	S	T	L	G	P	R	I	E	S	G	O	Q

Solución

a) Nanomateriales
b) Sustitución
c) Cáncer
d) Higiénicas
e) Riesgo
f) Agentes químicos
g) Etiquetado
h) Exposición
i) Investigación
j) Extracción