



SISTEMÁTICA DE ACCIONES DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL PARA LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN CON ACTIVIDADES DE NANOTECNOLOGÍAⁱ

SYSTEMATIC OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ACTIONS FOR RESEARCH LABORATORIES WITH NANOTECHNOLOGY ACTIVITIES

LUÍS RENATO BALBÃO ANDRADEⁱⁱ y FERNANDO GONÇALVES AMARALⁱⁱⁱ

Fecha de Recepción: 15/10/2021 | Fecha de Aprobación: 28/10/2021

Resumen: Este informe presenta una propuesta metodológica para estructurar y evaluar las acciones de seguridad y salud en el trabajo en los laboratorios de investigación con actividades de nanotecnología, basándose en los elementos clave del documento de la OIT (2005) y teniendo en cuenta que su enfoque es esencialmente la protección de los trabajadores.

Abstract: This report presents a methodological proposal for structuring and evaluating occupational safety and health actions in research laboratories with nanotechnology activities, based on the key elements of the ILO document (2005) and taking into account that its focus is essentially the protection of workers.

Palabras Clave:

*Nanotecnología.
Seguridad y salud
laboral.
Principio
precautorio.*

Key words:

*Nanotechnology.
Occupational safety
and health.
Precautionary
principle.*

ⁱ Traducción del informe *Sistemática de ações de segurança e saúde no trabalho para laboratórios de pesquisa com atividades de nanotecnologia (S-SST/LabNano)*. Traducción de Mauricio Berger.

ⁱⁱ Tecnologista de la Fundacentro - Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Seguridad y Medicina del Trabajo, Brasil.
<https://www.gov.br/fundacentro/pt-br> Correo: luis.andrade@fundacentro.gov.br

ⁱⁱⁱ Profesor, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Brasil. Correo: amaral@producao.ufrgs.br

1. Introducción

Las nanotecnologías se caracterizan por dos aspectos principales: el primero se refiere a la escala de tamaño, que debe estar por debajo de los 100 nanómetros; el segundo se relaciona con el hecho de que la nanoescala debe conferir al material nuevas características no presentes en escalas mayores. Estas nuevas características presentan innumerables incertidumbres sobre la salud humana, la seguridad y en relación con el medio ambiente.

La literatura sobre los sistemas de gestión de la salud y la seguridad en el trabajo (SST) es abundante. Barreiros (2005) señala que no hay convergencia entre los distintos autores sobre cómo diseñar, implantar y mantener un sistema de gestión de la SST, es decir, como corolario, no señalan cuál sería el mejor modelo para esta implantación. El mismo autor, sin embargo, identifica que los diversos modelos son convergentes en cuanto al hecho de que las organizaciones deben incorporar una política de SST, realizando una planificación que permita la definición de planes de acción, posibilite la implementación de esta planificación y realice una verificación y acciones correctivas sobre las acciones, que eventualmente tengan desviaciones en relación a lo originalmente planificado; y, finalmente, no deje de promover un análisis crítico sobre la efectividad del funcionamiento del sistema.

Teniendo en cuenta este escenario, las acciones emprendidas para comprender la dimensión de los impactos de las nanotecnologías en el mundo del trabajo son todavía limitadas. Teniendo en cuenta las herramientas existentes, este informe presenta una propuesta metodológica para estructurar y evaluar las acciones de seguridad y salud en el trabajo en los laboratorios de investigación con actividades de nanotecnología, basándose en los elementos clave del documento de la OIT (2005) y teniendo en cuenta que su enfoque es esencialmente los trabajadores.

2. Metodología

Para el desarrollo de la propuesta se analizaron las principales características de algunos sistemas de gestión (Barreiros, 2005; OIT, 2005; OSHAS, 2008), sistemas de gestión nanoespecíficos como "The NanoRisk Framework" (2007) y Control Banding Nanotool (PAIK, 2008), así como los estándares ya existentes para laboratorios con actividades nanotecnológicas como el MIT (2011), Texas A&M Engineering (2009) y Stanford Linear Accelerator Center (2008).

La propuesta se elaboró recopilando los documentos mencionados para ser más exhaustiva y abordarlos todos juntos y cada uno de ellos por separado. La propuesta incorpora un algoritmo de clasificación del riesgo en tres niveles, de forma que se puedan adoptar medidas de control más estrictas en función del riesgo potencial que se quiera controlar (adaptado de Fronza et al., 2007).

La propuesta en pantalla recibió el nombre de Actuaciones Sistemáticas de Seguridad y Salud en el Trabajo para Laboratorios de Investigación con actividades de Nanotecnología (S-SST/LabNano), constituyendo la tesis doctoral de uno de los autores (ANDRADE, 2013).

3. S-SST/LabNano

Las incertidumbres sobre los efectos de las nanopartículas en el organismo parecen ayudar a dejar en segundo plano la preocupación por los riesgos potenciales de estas partículas (US/DOE, 2008). Es posible percibir observaciones de que un determinado procedimiento o elemento es seguro, aunque sean nuevos y no hayan sido probados al respecto. Además, las normas y los reglamentos pueden considerarse obstáculos al desarrollo científico, más que una forma de protección.

La sistemática propuesta se basa en el documento de la OIT (2005) y contiene tres enfoques principales:

(1) Adopción del Principio de Precaución, descrito con mayor detalle en un artículo específico de este mismo volumen, pero resumido aquí como: en todas las actividades en las que intervengan nanomateriales, éstos deben considerarse potencialmente peligrosos y como tales deben tratarse hasta que haya pruebas de que son inocuos. Además, siguiendo el mismo principio, si hay más de una clasificación posible para la misma actividad o nanomaterial, se deben adoptar las medidas recomendadas en el grupo de mayor riesgo.

(2) Énfasis en la participación de los implicados (especialmente los trabajadores) en el proceso de desarrollo y aplicación de la gestión de riesgos laborales en el entorno de trabajo, en este caso los laboratorios de investigación.

(3) Aplicación de la metodología del Control Banding (CB). S-SST/LabNano incorpora la metodología CB, explicada por un algoritmo (cuadros 1, 2, 3 y 4) para clasificar las actividades en función de la peligrosidad intrínseca de las nanopartículas y de la frecuencia con la que se manipulan, permitiendo una evaluación cualitativa del grado de riesgo que supone la manipulación de estos elementos. El algoritmo permite clasificar las actividades con nanopartículas en tres grupos distintos y crecientes en relación con el riesgo, considerándose el grupo I menos peligroso que el grupo III.

Los elementos de S-SST/LabNano pueden identificarse en la figura 1. La figura 1 también indica la continuidad de las acciones, o ciclo continuo, para funcionar de forma sistémica, es decir, que cada acción depende de las demás e influye en ellas.

4. Discusión y conclusión

En el caso de las nanotecnologías, el principio de precaución parece ser un enfoque adecuado (HALLOCK et al., 2009). Sin embargo, es necesario contar con un sistema pragmático de control de riesgos que incorpore este principio. Una herramienta de gestión de riesgos necesitará

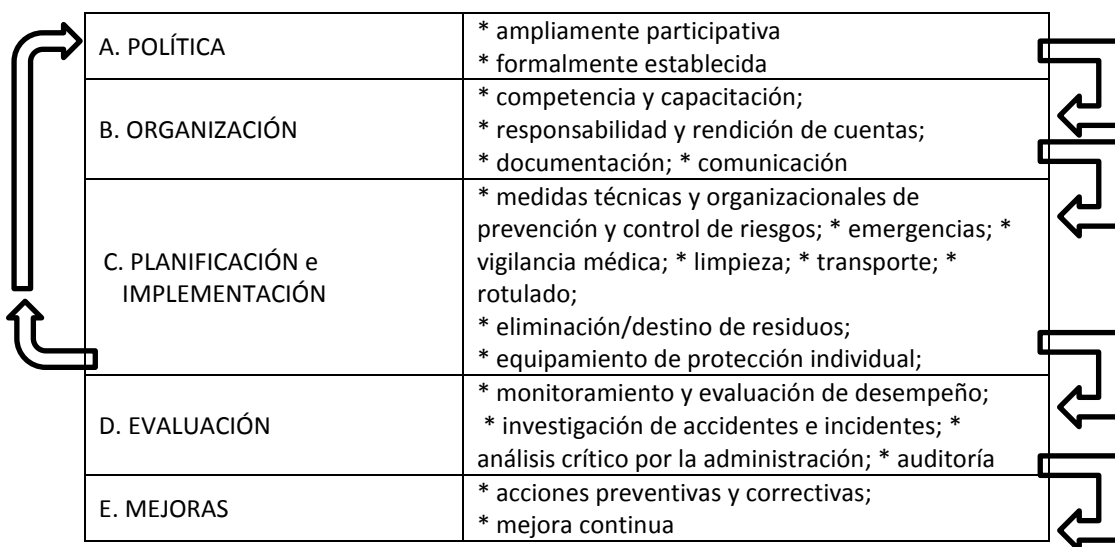
probablemente otras aportaciones, como la gestión de personas y los sistemas de gestión del conocimiento (OSTIGUY et al., 2009).

Los riesgos asociados a las nanopartículas dependen de varias características físicas (tamaño, forma, morfología de la superficie, área de la superficie, carga de la superficie, reología, porosidad, cristalinidad, etc.) y químicas (composición, química de la superficie, estequiometría, cinética de disolución y solubilidad, hidrofilia e hidrofobicidad y presencia de impurezas (FRONZA et al., 2007)). Todos los análisis mencionados anteriormente aportan datos sobre las partículas, pero no proporcionan información sobre sus interacciones con el cuerpo humano, ni sobre cuáles son y cómo funcionan los procesos de absorción dérmica, inhalación, ingestión o contacto con los ojos.

De lo anterior se puede concluir la importancia de la necesidad de creer en el riesgo y actuar ante la incertidumbre, tal y como defiende el Principio de Precaución. Aunque la bibliografía apunta a la evidencia de riesgos en la manipulación de nanomateriales (FRONZA et al., 2007; HALLOCK, et al., 2009; MIT, 2011; OSTEGUY, 2009; entre otros), sólo aproximadamente el 10% de los investigadores que trabajan con nanomateriales utilizan capuchas con nanopartículas, por ejemplo. Además, uno de cada cuatro investigadores no utiliza ningún tipo de protección colectiva en el laboratorio (BALAS et al., 2010).

Así, dadas las lagunas de conocimiento sobre los efectos de los nanomateriales en las personas y el medio ambiente, es legítima y digna de atención la preocupación por la seguridad y la salud de los trabajadores (investigadores) potencialmente expuestos a estos elementos.

Figura 1 - Esquema de S-SST/LabNano



Cuadro 1 – Determinación del puntaje de peligro

Pregunta	Respuesta	Acción	Resultado
¿Hay datos concluyentes sobre la seguridad de los nanomateriales?	SI	0	
	NO	+1	
¿Los nano-objetos son fibrosos o contienen una dimensión preponderante?	SI	+1	
	NO	-1	
¿El material contiene nanopartículas solubles o lábiles?	SI	+1	
	NO	-1	
¿El nanomaterial contiene elementos potencialmente cancerígenos o mutagênicos?	SI	+1	
	NO	-1	
Suma de los resultados obtenidos			

Cuadro 2 – Determinación del puntaje de exposición

Pregunta	Respuesta	Acción	Resultado
¿La frecuencia de uso de los nanomateriales es alta=más de una vez por semana; media= 1 vez por mes; baja=menos de 1 vez por mes?	ALTA	+1	
	MEDIA	0	
	BAJA	-1	
¿Las cantidades usadas son grandes?	SI	+1	
	NO	0	
¿Los nanomateriales están libres (no son parte de una matriz sólida o líquida)?	SI	+1	
	NO	-1	
¿Los nanomateriales son manipulados en forma de <i>nanopos</i> ?	SI	+1	
	NO	-1	
¿Hay posibilidad de dispersión de las nanopartículas en el aire (típicas em operaciones de corte o conminación)?	SI	+1	
	NO	-1	
Suma de los resultados obtenidos			

Cuadro 3 - Matriz de Riesgo de S-SST/LabNano

Exposición \ Peligro		Puntaje de peligro		
		Atenuado (negativo)	Neutro (cero)	Agravado (positivo)
Puntaje de exposiciónbo	Atenuado (negativo)	Grupo de riesgo I	Grupo de riesgo I	Grupo de riesgo II
	Neutro (cero)	Grupo de riesgo I	Grupo de riesgo II	Grupo de riesgo III
	Agravado (positivo)	Grupo de riesgo II	Grupo de riesgo III	Grupo de riesgo III

Cuadro 4 - Acciones generales en función del grupo de riesgo

Grupo de riesgo I	Grupo de riesgo II	Grupo de riesgo III
<p>Campana extractora o de recirculación con filtración HEPA (High Efficiency Particulate Air). Acceso controlado por avisos y normas internas. Las tareas pueden ser realizadas fuera del horario de trabajo por una sola persona, siempre que se informe de ello. Otras acciones o modificaciones definidas por todos los implicados.</p>	<p>Campana extractora con filtración HEPA (High Efficiency Particulate Air). Acceso controlado mediante documentación. Las tareas pueden ser realizadas fuera del horario normal de trabajo por al menos 2 personas. Otras acciones o modificaciones definidas por todos los implicados.</p>	<p>La formación debe actualizarse al menos una vez al año, o siempre que haya cambios en las actividades. Debe utilizarse un sistema cerrado. Es preferible adoptar un control de acceso electrónico. No se pueden realizar tareas fuera del horario de trabajo normal. Se debe proporcionar servicio de lavandería. Otras acciones o cambios definidos por todos los implicados.</p>

5. Referencias

- ANDRADE, L.R.B., 2013. Sistemática de ações de segurança e saúde no trabalho para laboratórios de pesquisa com atividades de nanotecnologia. Tese de Doutorado, UFRGS.
- ARAUJO, G. M. de (2008). Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional OHSAS 18.001/2007 e OIT SSO/2001, 2ª Edição, Volume 2, Gerenciamento Verde Editora, Rio de Janeiro.
- BALAS, F., ARRUEBO, M., URRUTIA, J. e SANTAMARIA, J. (2010). Reported nanosafety practices in research laboratories worldwide, *Nature Nanotechnology*, vol 5, 93-96.
- BARREIROS, D. e RICHERS, R. S. (2005). Fatores organizacionais críticos como parâmetros para conceber, implementar e manter um sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho, dissertação mestrado SENAC/SP, São Paulo
- FRONZA, T., GUTERRES, S., POHLMANN, A., TEIXEIRA, H. (2007). Nanocosméticos em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios. Gráfica da UFRGS, Porto Alegre, Brazil
- HALLOCK, M., GREENLEY, P., DIBERARDINIS, L., and KALLIN, D. (2009). Potential risks of nanomaterials and how to safely handle materials of uncertain toxicity, *Journal of Chemical Health and Safety* 16, 16-23
- MIT - Massachusetts Institute of Technology, (2011), University Best Practice.
http://ehs.mit.edu/site/sites/default/files/University_Best_Practices.pdf, Acessado em 5 de julho de 2016.
- NANO RISK FRAMEWORK. Dupont and Environmental Defense, (2007).
- OIT-Organização Internacional do Trabalho (2005). Diretrizes sobre Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho. São Paulo: FUNDACENTRO.
- OSTIGUY, C., ROBERGE, B., MÉNARD, L., ENDO, C. (2009). Best practices guide to synthetic nanoparticle risk management – Report R-599, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), Québec, Canada
- PAIK, S. Y., ZALK, D. M. e SWUSTE, P., 2008. Application of a pilot control banding tool for risk level assessment and control of nanoparticle exposures. *British Occupational Hygiene Society. Ann. Occup. Hyg.*, vol. 52, no. 6, pp. 419–428. DOI:10.1093/annhyg/men041.
- STANFORD LINEAR ACCELERATOR CENTER, (2008). Nanomaterial Safety Plan 4
- TEXAS A&M ENGINEERING. Interim Guideline for Working Safely with Nanotechnology. (2009).
http://engineering.tamu.edu/safety/guidelines/Nanotechnology/NANO_SafeGuideline.pdf Acessado em 7 de abril de 2011.
- US/DOE (2008). Approach to Nanomaterial ES&H, revision 3a.
http://www.sc.doe.gov/bes/doe_nsre_approach_to_nanomaterial_esh.pdf. Acessado em 7 de abril de 2011.