



# Posiciones de sectores sociales frente a las nanotecnologías

## *Positions of social sectors in relation to nanotechnologies*



**DOI:** <https://doi.org/10.5281/zenodo.10680869>

### **Guillermo Foladori**

Uruguayo, Antropólogo ENAH, Doctor en economía UNAM. Profesor e investigador UAED, Universidad Autónoma de Zacatecas. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores SNI-3, México, y coordina la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad. Líneas de investigación: Capital global y estudios geoestratégicos (principal); Ciencia, tecnología y desarrollo; Capital, ambiente y desarrollo.

**E-mail:** [gfoladori@gmail.com](mailto:gfoladori@gmail.com)

**ORCID:** 0000-0002-7441-3233

### **Noela Invernizzi**

Profesora Titular del Sector de Educación de la Universidad Federal de Paraná. Trabaja en el Programa de Posgrado en Políticas Públicas de la Universidad Federal de Paraná y en el Programa de Posgrado en Tecnología y Sociedad de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná. Es licenciada en Antropología (Universidad de la República, Uruguay), Master y Doctora en Política Científica y Tecnológica (Universidad Estadual de Campinas, UNICAMP). Principales áreas de investigación: políticas de ciencia, tecnología e innovación; implicaciones sociales de las tecnologías emergentes; tecnología, trabajo y educación; políticas de evaluación e internacionalización de la ciencia académica. Ha sido presidente de la Asociación Latinoamericana de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE) (mandato 2018-2020) y miembro del Consejo de la Society for Social Studies of Sciences (4S) (mandato 2017-2020). Actualmente forma parte del Consejo de ESOCITE-BR. Es editora asociada del equipo editorial transnacional de Engaging Science, Technology and Society, la revista de acceso abierto de la Society for Social Studies of Science (2021-2026).

**E-mail:** [noela.invernizzi@gmail.com](mailto:noela.invernizzi@gmail.com)

**ORCID:** 0000-0003-2866-3650

**Recibido:** 01-12-2023

**Aceptado:** 30-01-2024

**Como citar:** Foladori Guillermo y Noela Invernizzi (2024), "Posiciones de sectores sociales frente a las nanotecnologías", en *Minga. Revista de ciencias, artes y activismo para la transformación de América Latina*, Nro. 10, año 6, semestre II, 2023, pp. 73-88. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10680869>



## Resumen<sup>1</sup>

El crecimiento exponencial de las nanotecnologías desde comienzos de este siglo ha planteado cuestionamientos relativos a riesgos a la salud, al ambiente, así como implicaciones sociales como concentración del capital, desempleo y otros. Frente a estos problemas los diferentes grupos y clases sociales se han posicionado científicamente y políticamente. Este texto expone un abanico de diferentes posiciones y explica su íntima relación con la situación de clase y facciones que las respaldan. Se trata de un mapa teórico de utilidad para las políticas públicas de ciencia y tecnología así como las actividades de organizaciones sociales y sindicales.

## Palabras clave:

nanopartículas, riesgos, políticas públicas, ONGs, sindicatos.

## Abstract

The exponential growth of nanotechnologies since the beginning of this century has raised questions about health and environmental risks, as well as social implications such as capital concentration, unemployment, and others. Faced with these problems, different groups and social classes have positioned themselves scientifically and politically. This text presents a range of different positions and explains their intimate relationship with the class situation and the factions that support them. It is a theoretical map useful for public policies on science and technology, as well as for the activities of social and labor organizations.

## Keywords:

nanoparticles, risks, public policies, NGOs, trade unions.

## Introducción

Cuando surge una nueva tecnología de amplio espectro, como es el caso de la Inteligencia Artificial, la acompaña una extensa propaganda afirmando su potencial para solucionar prácticamente todos los problemas de la sociedad humana. Así ha sido con la biotecnología, publicitada como solución del hambre y la desnutrición en el mundo a finales del siglo XX, y con las nanotecnologías como alternativa para resolver la escasez de agua potable, enfermedades, contaminación y otros desafíos durante la primera década del siglo XXI (Invernizzi and Foladori, 2005). Sin embargo, los veinte años entre el bum de las biotecnologías —con la crisis de los organismos genéticamente modificados y la “vaca loca” y el de las nanotecnologías mostraron que para solucionar problemas sociales no basta con propuestas técnicas, es necesario conocer las necesidades, los intereses y posiciones de los diferentes grupos y sectores sociales y considerar que las nuevas tecnologías también conllevan riesgos.

Es común que las políticas públicas se elaboren en base a proyectos de desarrollo que no necesariamente tienen en cuenta las contradicciones e intereses sociales sobre las cuales deben aplicarse. A veces son políticas diseñadas para países desarrollados y contextos diferentes a los existentes en otras regiones. Esto, por ejemplo, ha sido el caso de las nanotecnologías en América Latina, donde el impulso institucional provino de lineamientos del Banco Mundial, de la Organización de Estados Americanos, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, entre otros (Foladori, 2006; Rushton, Záyago and Foladori, 2009). Aunque es cierto que los grandes problemas de ciencia y tecnología son hoy en día mundiales, y que la ciencia tiene un ímpetu independiente, los conflictos sociales, políticos ambientales y económicos son regionales y locales. Tener un mapa de la posición de los diferentes grupos sociales frente a medidas de ciencia y tecnología es clave para que los hacedores de políticas públicas tengan elementos para incorporar negociaciones, instrumentos de gobernanza, apoyos, e identificar potenciales conflictos para sugerir alternativas. Este capítulo mapea los primeros años del desarrollo de las nanotecnologías a nivel mundial y la posición de las diferentes clases y fracciones de clase al respecto, mostrando la significativa relación entre los intereses económicos y políticos, y las actitudes de gobernanza. Se incluyen posiciones de organizaciones sociales de América Latina.

En lo que sigue se presentan, de manera ordenada y analítica, posiciones político-científicas respecto de la gobernanza de las nanotecnologías. Las declaraciones fueron publicitadas a lo largo de los primeros quince años de su surgimiento y desarrollo, periodo en que los pronunciamientos fueron más concentrados y diversos. Para ello, se dio seguimiento cronológico al tema, y sus elementos comparativos fueron consolidados en un diagrama en forma de *continuum*, con los polos representando las dos posiciones políticamente más distantes respecto de la gobernanza de las nanotecnologías. Entender la posición e intereses de los grupos sociales es requisito para un diálogo constructivo a partir de bases objetivas, e insumo fundamental de las políticas públicas.

## Principales temas de las propuestas de gobernanza de las nanotecnologías

La propaganda sobre las virtudes de las nanotecnologías en temas acuciantes como salud, agua potable, alimentación, energía, escasez de materiales y contaminación aparecieron junto con sus primeros productos comerciales y aún antes, con las promesas de laboratorio. Pero, también lo hicieron los artículos científicos denunciando la peligrosidad y riesgos a la salud y el ambiente de los nanomateriales, que por su estructura físico-química distaban de tener la funcionalidad conocida de los mismos elementos químicos en tamaño mayor (RS&RAE, 2004). La funcionalidad novedosa, derivada de la prevalencia de las fuerzas cuánticas sobre las de gravedad, aunque no exclusivamente, hace de las nanopartículas elementos únicos que, junto a su ubicuidad les imprime a los productos que las utilizan nuevos peligros y riesgos.<sup>2</sup> Los riesgos a la salud y el ambiente de las nanopartículas producidas intencionalmente es el tema central de las diferencias en las posturas sobre la gobernanza y regulación de las nanotecnologías; pero no es el único, también cuestiones económicas como el empleo, la concentración del capital, la propiedad intelectual y la competitividad internacional forman parte de la discusión.

Mientras en épocas pretéritas el llamado desempleo tecnológico, debido a la sustitución de fuerza viva por instrumentos y maquinaria, podía ser compensando por la ocupación de aquellos trabajadores desplazados en otras industrias que se inauguraban, en la actualidad la globalización de la economía hace que el desarrollo tecnológico se expanda más rápidamente y las nuevas tecnologías sean cada vez más facilitadoras, es decir, sirvan para su aplicación en cualquier sector económico, con ello el desempleo mundial crece más rápido, de forma inevitable y de manera desordenada en el contexto de la llamada policrisis, como lo reconocen algunos foros mundiales (World Economic Forum, 2023). Las nuevas tecnologías, como es el caso de las nanotecnologías, no solamente producen instrumentos y objetos más eficientes sino también contribuyen a afianzar las relaciones capitalistas provocando más desempleo, inequidad y hambre. La política pública debe, entonces, prestar atención tanto al potencial innovador como a los riesgos toxicológicos y a las implicaciones sociales, políticas, jurídicas y éticas, porque las tendencias objetivas de las relaciones capitalistas profundizan la inequidad social.

Para el análisis de las posiciones políticas de gobernanza es necesario considerar el lugar en la división social del trabajo que ocupan los diferentes grupos y sectores respecto de estas tecnologías, porque eso determina el grado de riesgo y de interés económico.

Quienes primero se enfrentan a riesgos a la salud son los trabajadores de laboratorio que investigan y producen nano partículas y estructuras (Mantovani *et al.*, 2009). Es un tema de salud ocupacional, y los trabajadores pueden recibir en su organismo nanopartículas por vía de la inhalación o directamente a través de la piel. Las nanopartículas también ingresan al organismo por ingestión directa que, aunque menos probable, puede resultar de tragar mucosidades que se forman de la inhalación, lamer heridas u otros accidentes. Esto exige condiciones de seguridad y limpieza extremas en los laboratorios que investigan y establecimientos que fabrican estos productos (Schulte *et al.*, 2008, 2014)<sup>3</sup>

En un segundo nivel de riesgo se ubican los trabajadores de empresas donde se incorporan las nanopartículas y nanoestructuras como materia prima, para darle a los productos finales ventajas mercantiles (funciones, durabilidad, etc.). Aquí crece el riesgo ocupacional en extensión, porque se trata de trabajadores industriales en las más diversas ramas de la actividad económica donde hay menos experiencia y disciplina sobre estos peligros, a diferencia del nivel anterior integrado básicamente por laboratorios e industrias químicas (Schulte *et al.*, 2008).

El tercer nivel lo constituyen los consumidores de productos con nanopartículas. Se trata de la población en general que, dependiendo del producto, está sujeta a riesgo por inhalación, contacto directo con la piel o por la ingestión. De particular riesgo son las nanopartículas integradas a cosméticos y perfumes, alimentos y envases de alimentos, biocidas y químicos domésticos, nutracéuticos y componentes farmacológicos, y pinturas, todos productos donde el contacto es más directo (Borm *et al.*, 2006; Gmshinski and Khotimchenko, 2015).

Dado el volumen de las nanopartículas intencionalmente producidas,<sup>4</sup> los efectos en los ecosistemas pueden ser catastróficos. Los desperdicios, accidentes, escapes involuntarios, desgaste de piezas o productos finales que se desechan una vez que acaba el ciclo de vida útil conducen a que las nanopartículas ingresen al medio ambiente, pudiendo causar toxicidad en los ecosistemas y cadenas tróficas, y retroalimentando los efectos en el ser humano, una vez que las nanopartículas son acumuladas en espacios o seres vivos (Bradford *et al.*, 2022). Lo mismo sucede con las nanopartículas de productos mayores que por desgaste o desperdicio se sueltan a la atmósfera y ecosistemas.

Visto este esquema de riesgo a la salud y el ambiente, no resulta sorprendente que las organizaciones ambientalistas y de defensa de los consumidores, junto con sindicatos y uniones de sindicatos se hayan manifestado por medidas de control más radicales que las propuestas por las asociaciones empresariales y gobiernos, estos últimos más preocupados por los indicadores económicos.

Los riesgos económicos y políticos también pueden ser más graves para determinados sectores o países donde una reestructuración de la división internacional del trabajo los perjudique (ETC group, 2005), al igual que el régimen de patentes, alcanzando intereses empresariales y de países donde la propiedad intelectual podría bloquear el desarrollo (Miller *et al.*, 2005). La posición de las empresas, asociaciones comerciales y especuladores financieros varía entre ellos, como veremos en el diagrama. Los gobiernos, por su parte, se han mostrado conniventes con el mercado a lo largo de los últimos veinte años de desarrollo de las nanotecnologías, aunque con diferencias importantes entre ellos.

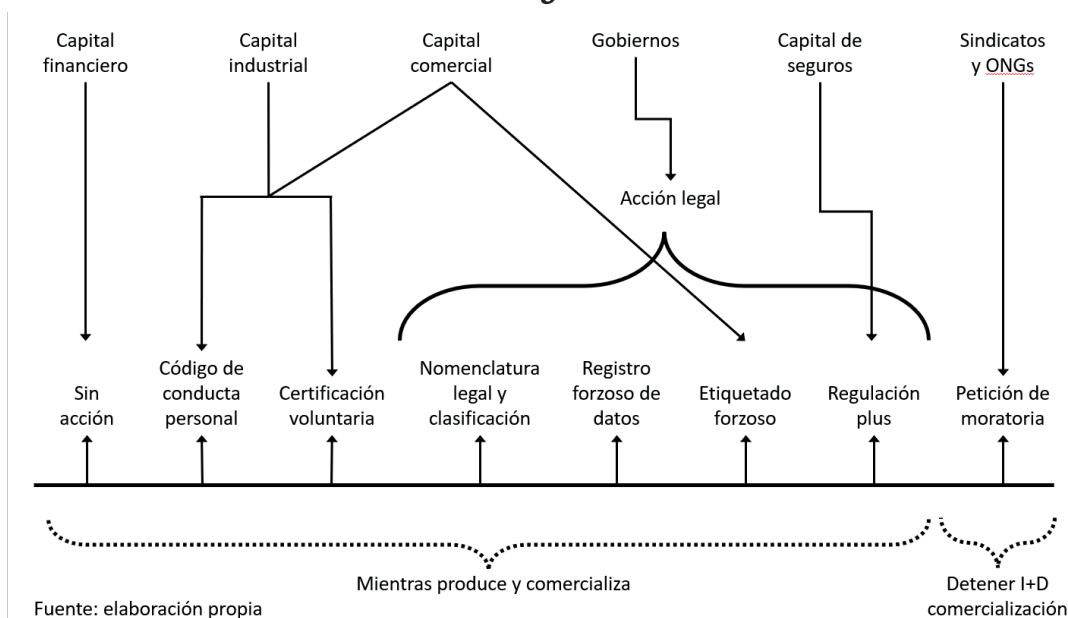
### **Expresión de gobernanza según clases y sectores sociales**

Durante las dos primeras décadas de este siglo diversos sectores sociales se han manifestado respecto de la gobernanza de las nanotecnologías, teniendo auge después del 2007, una vez que los productos entraban sin control específico en el mercado. De hecho, las voces de alerta y reclamo por la regulación no provinieron del sector industrial y tampoco de los gobiernos, sino de ONGs ambientalistas. El ETC group, lanzó una

proclama en 2002, cuando pocos productos de las nanotecnologías se comercializaban, anticipando potenciales riesgos. También resulta significativo que mientras ONGs y sindicatos llamaban la atención sobre riesgos socioeconómicos además de los de salud y ambiente, las expresiones del sector empresarial y gobiernos se restringieran a estos últimos exclusivamente, ignorando las potenciales consecuencias en empleo y calificación del trabajo.<sup>5</sup> Tampoco se ha asumido una postura democrática en el tema de salud y ambiente, al no incorporar a los sindicatos a las negociaciones, siendo que los trabajadores representan el primer eslabón de la cadena de riesgo.

Si trazamos una línea imaginaria que conecte los dos extremos de las propuestas; de un lado la no regulación y del otro la moratoria, podemos ver que los agentes sociales que defienden el primer polo representan minorías empresariales, mientras en el extremo opuesto están los intereses mayoritarios de la población (consumidores y clases trabajadoras). La fluctuación de la posición de los gobiernos se ve como potencialmente influenciable.

**Figura 1. Posiciones de clases y sectores sociales respecto de la gobernanza de las nanotecnologías 2002-2018**



La clase de empresarios y capitalistas no es homogénea. Está dividida en fracciones que obedecen al lugar que ocupan en la estructura productiva. Según este lugar, la fuente de la ganancia cambia y los intereses políticos por la gobernanza y regulación de las nanotecnologías también.

No debe sorprender que voceros del capital financiero y especulativo (e.g. Forbes) se pronuncien por la no regulación y argumenten lo contraproducente de regular las nanotecnologías (Wolfe, 2005). El capital financiero se beneficia de las alzas y bajas en la bolsa de valores, lo cual se ve acentuado cuando la libertad de mercado es total. Dentro de la clase capitalista esta posición de no gobernabilidad es prácticamente exclusiva de la fracción financiera.

El capital industrial que produce nano materia prima para la industria (e.g. nanotubos de carbono, nano dióxido de titanio, polímeros funcionalizados, nanopartículas de plata, de óxido de zinc) requiere una cierta

calidad en los productos para satisfacer a sus clientes industriales, habida cuenta de que se trata de materia prima difícil de producir en gran escala de forma homogénea. De allí que estas industrias de materia prima sean proclives a medidas voluntarias y certificaciones privadas como mecanismos de publicidad; y, además, de nomenclaturas administrativas que faciliten la comercialización. Las nomenclaturas rápidamente cristalizaron en, por ejemplo, la de la ISO (International Standards Organization), una organización corporativa, estableciendo la clasificación TC 229 para las nanotecnologías (ISO, no date) y otorgando certificaciones de calidad. También lo hizo la ATSM (International Society for Testing and Materials) con la clasificación ASTM E2456 – 06 (ASTM, 2006), y otras como CENARIOS® (TÜV- SÜD Industrie Service, 2008); se trata en todos estos casos de certificaciones voluntarias.

Paralelamente, algunas corporaciones que producen nano materia prima han lanzado Códigos Voluntarios de Conducta, que son declaraciones del principio de responsabilidad y buena conducta, para convencer al gobierno, a sus clientes y al consumidor sobre la seguridad de sus productos. Rusnano, la corporación rusa de nanotecnología, ha sacado un certificado de calidad para sus empresas asociadas. También lo han hecho grandes corporaciones químicas, así como la Comisión de la Unión Europea (Zyvex, 2004; BAYER, 2007; BASF, 2008; Commission of the European Communities, 2008; PACTE, 2008; Rusnano, 2008) y hasta países como Taiwán con la temprana creación de la nanoMark para certificar la calidad de los productos (Industry Development Bureau, Ministry of Economic Affairs, 2003).

Sin embargo, el hecho de que los Códigos de Conducta Voluntarios no sean reconocidos por otras fracciones de la clase capitalista hace dudar de su validez y prácticamente desaparecieron para mediados de la segunda década del siglo. Así, por ejemplo, las asociaciones de supermercados de Suiza, The Swiss Retailer's Organisation & Innovation Society, ha reclamado que las empresas que les venden artículos con nano componentes no etiquetan sus productos y no alertan sobre el tipo de nanopartículas que contienen, ni acerca de los potenciales riesgos a la salud y el medio ambiente, no haciéndose responsables sobre potenciales consecuencias (SRO&IS, 2008). Otro ejemplo es el The Investor Environmental Health Network (IEHN, 2008), una institución europea que se encarga de orientar ecológicamente la política de las corporaciones y que publica un documento cuyo título da una idea de lo que trata: "El síndrome de las acciones tóxicas. Cómo los reportes financieros de las corporaciones evitan informar a los inversores de los riesgos de la retirada de productos del mercado y de pleitos por toxicidad".<sup>6</sup>

Siguiendo con el diseño gráfico, otro sector del capital financiero dedicado a los seguros reclama la reglamentación de las nanotecnologías como necesidad para poder asegurar los productos y procesos. Ante esa ausencia, la Continental Western retiró los seguros a aquellas empresas que procesaran o utilizaran nanotubos de carbono (Continental Western Insurance Group, 2008). Por su parte, la Lloyd's declaró que es imperiosa la reglamentación de las nanotecnologías para evitar litigios judiciales (Lloyd's, 2009). Semejante es el caso de la Swiss Re (Swiss Re, 2004).<sup>7</sup>

La posición de los gobiernos ha sido connivente con el mercado y sólo en algunas regiones y países ha avanzado tíbiamente con medidas de regulación no siempre acatadas por las empresas.<sup>8</sup> Las primeras fueron sobre etiquetado de determinados productos, como cosméticos y alimentos. La Unión Europea fue pionera en esta reglamentación (Stone *et al.*, 2017). Otros países fuera de la Unión Europea establecieron medidas para el etiquetado de determinados productos de las nanotecnologías (e.g. Taiwan, Irán, Tailandia, Nueva Zelanda (EPA, 2012; Karim and Munir, 2014), y para el registro obligatorio de productos y reporte de información previo a la manufactura (EPA-USA nanotubos de carbono, grafito, y otros) (Foladori, 2021); y aún otros países exigieron registro obligatorio de empresas productoras e importadoras de nanopartículas (Francia, Bélgica, Dinamarca, Noruega y Suecia (ECHA, 2019)), y también China (Guan Yu, 2021; He, 2021). Estos registros obligatorios no exigen iguales requerimientos de información, y existen reclamos de que no siempre se cumplen (Moorghen, 2021).

El último sector del diagrama son los sindicatos y ONGs. En 2001 el ETC group con sede en Canadá lanzó un llamado público por una moratoria a la comercialización de productos con nanotecnología en la Cumbre de Sudáfrica de Desarrollo Sustentable (ETC group, 2002). Greenpeace, años después y argumentando que no se regulaba, también llamó a una moratoria (Johnston *et al.*, 2007). Luego aparecieron los informes sobre el riesgo de las nanopartículas asociado a los cosméticos, y el riesgo a la salud y el medio ambiente de las nanotecnologías en la alimentación y agricultura por parte del grupo ambientalista Amigos de la Tierra-Australia, que también pidió una moratoria para esos productos (Miller, 2006; Miller and Senjen, 2008). Varias organizaciones de consumidores se plegaron a las demandas de moratoria (Soil Association, 2008; SVTC, no date).

Los sindicatos también se manifestaron al respecto. El congreso latinoamericano de la UITA (La Unión Internacional de Trabajadores de la Alimentación, Agricultura y afines) emitió una declaración sobre las nanotecnologías alertando sobre sus potenciales efectos a la salud, el medio ambiente y el empleo, misma que luego fue refrendada en el congreso mundial de la misma asociación de sindicatos (UITA, 2007). En el mismo año se publicaron los llamados “Principios para la supervisión de las nanotecnologías”, una declaración con principios de política de ciencia y tecnología para que los órganos de regulación tomen en cuenta, elaborado y firmado por docenas de organizaciones ambientalistas del mundo entero, sindicatos, organizaciones de consumidores orgánicos, redes académicas de investigación y otros grupos (NanoAction, 2007). También la Unión Europea de Trabajadores emitió dos declaraciones de alerta y pedido de informes sobre las nanotecnologías (ETUC, 2008, 2010); y otras organizaciones sindicales como las de Holanda y Australia se hicieron escuchar (Invernizzi, 2012).

Del mapeo de la posición de las clases, fracciones y sectores sociales frente a las nanotecnologías, y a lo largo de las dos primeras décadas del siglo XX pueden extraerse algunas conclusiones. A medida en que el mundo se globaliza las organizaciones sociales y sindicatos acceden a información instantánea y actúan en consecuencia de sus intereses. Si a esto se suma que muchas tienen equipos y personal científico que analiza los peligos

y riesgos de las nuevas tecnologías es conveniente que la política pública de ciencia y tecnología establezca lazos de colaboración, para responder a las demandas mundiales por democracia y transparencia. Las universidades y centros públicos de investigación son sectores que ventajosamente pueden establecer puentes entre el gobierno y las organizaciones sociales.

Otra consecuencia significativa es que la globalización ha generado nuevos riesgos globales y expandido otros, razón por la cual un sistema público de monitoreo de las nuevas tecnologías es imprescindible para establecer colaboraciones internacionales y posicionarse junto a quienes dan los pasos más avanzados y sólidos al respecto.

Conviene destacar que el sector corporativo y empresarial ha desarrollado un sistema de control de las actividades gubernamentales en prácticamente todos los países y también en las organizaciones internacionales, lo cual requiere una actitud enérgica por parte de los gobiernos para mantener una posición independiente al respecto. En este sentido establecer negociaciones y alianzas con diferentes sectores sociales brinda fortaleza política que no debe descuidarse.

## Bibliografía

ASTM (2006), *Standard Terminology Relating to Nanotechnology*. Available at: <https://www.astm.org/e2456-06r20.html> [Accessed: 2 July 2023].

BASF (2008), 'Code of Conduct Nanotechnology'. Available at: <http://www.basf.com/group/corporate/en/sustainability/dialogue/in-dialogue-with-politics/nanotechnology/code-of-conduct> [Accessed: 12 March 2009].

BAYER (2007), 'BAYER position on Nanotechnology'. Available at: <http://www.sustainability2007.bayer.com/en/Bayer-Position-on-Nanotechnology.pdf> [Accessed: 20 August 2008].

Borm, P.J., Robbins, D., Haubold, S., Kuhlbusch, T., Fissan, H., Donaldson, K., Schins, R., Stone, V., Kreyling, W., Lademann, J., Krutmann, J., Warheit, D. and Oberdorster, E. (2006), 'The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC', *Particle and Fibre Toxicology*, 3, p. 11. Available at: <https://doi.org/10.1186/1743-8977-3-11>

Bradford, S.A., Shen, C., Kim, H., Letcher, R.J., Rinklebe, J., Ok, Y.S. and Ma, L. (2022), 'Environmental applications and risks of nanomaterials: An introduction to CREST publications during 2018–2021', *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 52(21), pp. 3753–3762. Available at: <https://doi.org/10.1080/10643389.2021.2020425>

Brown, N.J. (2008), 'Nanotechnology: Is New Regulation Needed, And If So, By Whom?', *Legal Backgrounder*. Washington Legal Foundation, 23(33). Available at: <https://www.wlf.org/2008/07/25/publishing/nanotechnology-is-new-regulation-needed-and-if-so-by-whom/> [Accessed: 23 July 2023].

Commission of the European Communities (2008), 'On a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research.' Commission Recommendation of 07/02/2008. C(2008) 424 final.

Continental Western Insurance Group (2008), 'Nanotubes and Nanotechnology Exclusion. [Policy CW 33 69 06 08].'

Denison, R. (2010), *State-level nano regulation: Yes, indeed, the industry 'should have seen it coming' – it caused it!*, EDF Healt. Available at: <http://blogs.edf.org/health/2010/09/10/state-level-nano-regulation-yes-indeed-the-industry-should-have-seen-it-coming-%E2%80%93-it-caused-it/> [Accessed: 5 September 2014].

ECHA (2019), *National reporting schemes, EUON*. Available at: <https://euon.echa.europa.eu/national-reporting-schemes> [Accessed: 24 March 2021].

EPA (2012), 'ERMA200782-CPGS-Document-as-Amended-July-2012.pdf'. Environmental Protection Authority. Available at: <https://www.epa.govt.nz/assets/FileAPI/hsno-ar/ERMA200782/e1f83f48fo/ERMA200782-CPGS-Document-as-Amended-July-2012.pdf> [Accessed: 2 April 2021].

ETC group (2002), *¡No es poca cosa!*, *Nano Communiqué* 76. Available at: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publica->

tion/191/01/nanocommunique76.pdf [Accessed: 3 March 2013].

ETC group (2005), 'Report Prepared for the South Centre - The Potential Impacts of Nano-Scale Technologies on Commodity Markets: The Implications for Commodity Dependent Developing Countries'. ETC group (Action Group on Erosion, Technology and Concentration). Available at: <http://www.etcgroup.org/content/potential-impacts-nano-scale-technologies-commodity-markets-implications-commodity-dependent> [Accessed: 18 February 2015].

ETUC (2008), 'ETUC resolution on nanotechnology and nanomaterials.' ETUC (European Trade Union Confederation). Available at: [http://www.etuc.org/IMG/pdf\\_ETUC\\_resolution\\_on\\_nano\\_-\\_EN\\_-\\_25\\_June\\_08.pdf](http://www.etuc.org/IMG/pdf_ETUC_resolution_on_nano_-_EN_-_25_June_08.pdf) [Accessed: 12 March 2009].

ETUC (2010), 'ETUC 2nd resolution on nanotechnologies and nanomaterials'. European Trade Union Confederation. Available at: [wsw.etuc.org](http://www.wsw.etuc.org).

Foladori, G. (2006), 'Nanotechnology in Latin America at the Crossroads', *Nanotechnology Law & Business Journal*, (May/June), pp. 205–2016.

Foladori, G. (2021), 'La regulación de las nanotecnologías', in J. Díaz Marcos, J. Mendoza González, R. Ponce Singüeza, and M. Casado (eds) *Libro blanco de las nanotecnologías. Una visión ético-social ante los avances de la nanociencia y la nanotecnología*. 1st edn. Pamplona, España: Aranzadi Thomson Reuters, Pamplona, pp. 197–215.

Gmshinski, I.V. and Khotimchenko, S.A. (2015), 'Nanomaterials in consumer's goods: the problems of risk assessment'. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 98 012009. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/98/1/012009/pdf>.

Guan Yu, L. (2021), *Enterprise boost: China ready to allow use of nano and biotech materials in cosmetics for the first time*, *cosmeticsdesign-asia.com*. Available at: <https://www.cosmeticsdesign-asia.com/Article/2021/01/12/Enterprise-boost-China-ready-to-allow-use-of-nano-and-biotech-materials-in-cosmetics-for-the-first-time> [Accessed: 31 March 2021].

He, N. (2021), *China New Chemical Substance Notification (MEP Order No. 7)*, *ChemLinked*. Available at: <http://chemical.chemlinked.com/chempedia/china-reach> [Accessed: 31 March 2021].

Howard, V. (2004), 'Nanoparticles might move from mom to fetus'. *Daresbury Laboratories*, Warrington, England.

IEHN (2008), 'Toxic Stock Syndrome: How Corporate Financial Reports Fail to Apprise Investors of the Risks of Product Recalls and Toxic Liabilities.' The Investor Environmental Health Network. Available at: [http://iehn.org/documents/IEHN\\_Toxic\\_Stock\\_Report\\_3-08.pdf](http://iehn.org/documents/IEHN_Toxic_Stock_Report_3-08.pdf) [Accessed: 3 May 2008].

Industry Development Bureau, Ministry of Economic Affairs (2003), 'nanoMark'. Available at: [http://www.tanida.org.tw/nanomark\\_e.php?nm=markIntroduction\\_e](http://www.tanida.org.tw/nanomark_e.php?nm=markIntroduction_e) [Accessed: 27 July 2023].

Invernizzi, N. (2012), 'Unions Perspectives on the Risks and Impli-

cations of Nanotechnology', in H. van Lente, C. Coenen, T. Fleischer, L. Krabbenborg, C. Milburn, F. Authier, and T.B. Zülsdorf (eds) *Expansions of Nanoscience and Emerging Technologies*. Germany: IOS Press / AKA (Little by Little), pp. 195–215.

Invernizzi, N. and Foladori, G. (2005), 'Nanotechnology and the Developing World', *Nanotechnology Law & Business Journal*, 2(3).

Invernizzi, N. and Foladori, G. (2013), 'Posições de Sindicatos e ONGs sobre os riscos e a regulação da nanotecnologia', *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, 1(4), pp. 72–84.

ISO (no date), *ISO - Technical committees - ISO/TC 229 - Nanotechnologies, ISO Standards Development*. Available at: [http://www.iso.org/iso/iso\\_technical\\_committee?commid=381983](http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=381983) [Accessed: 25 November 2014].

Johnston, P., Santillo, D., Hepburn, J. and Parr, D. (2007), *Nanotechnology. Policy & Position Paper, Greenpeace*. Available at: <https://wayback.archive-it.org/9650/20200515234913/http://p3-raw.greenpeace.org/denmark/Global/denmark/p2/other/report/2007/nanotechnology-policy-positi.pdf> [Accessed: 9 November 2014].

Journey, W.S. and Goldman, R.H. (2014), 'Occupational Handling of Nickel Nanoparticles: A Case Report', *American Journal of Industrial Medicine* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1002/ajim.22344>.

Karim, E. and Munir, A.B. (2014), 'Nanotechnology in Asia: A Preliminary Assessment of the Existing Legal Framework', *KLRI Journal of Law and Legislation*, 4(2), pp. 169–223.

Lexington Insurance Chartis (2010), 'LexNanoShieldsm'. Available at: <http://www.lexingtoninsurance.com/documents/lexHSLexNanoShield.pdf> [Accessed: 3 May 2010].

Liao, H.-Y., Lai, C.-H. and et al (2013), 'Six-month follow-up study of health markers of nanomaterials among workers handling engineered nanomaterials', *Nanotoxicology*, early on line, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.3109/17435390.2013.858793>.

Liou, S., Tsou, T., Wang, S., Li, L., Chiang, H., Li, W., Lin, P., Lai, C.-H., Lee, H., Lin, M., Hsu, J., Chen, C., Shih, T., Liao, H.-Y. and Chung, Y. (2012), 'Epidemiological study of health hazards among workers handling engineered nanomaterials', *Journal of Nanoparticle Research*, 14(878), pp. 1–15.

Lloyd's (2009), 'Nanotechnology: Balancing Risk and Opportunity'. Lloyd's. Available at: [http://www.lloyds.com/News\\_Centre/Features\\_from\\_Lloyds/News\\_and\\_features\\_2009/360/Nanotechnology\\_balancing\\_risk\\_and\\_opportunity.htm](http://www.lloyds.com/News_Centre/Features_from_Lloyds/News_and_features_2009/360/Nanotechnology_balancing_risk_and_opportunity.htm) [Accessed: 2 April 2009].

Mantovani, E., Porcari, A., AIRI/Nanotec IT, Meili, C. and Widmer, M. (2009) 'Mapping Study on Regulation and Governance of Nanotechnologies FramingNano Project: A multistakeholder dialogue platform framing the responsible development of Nanosciences & Nanotechnologies'. The Innovation Society. Available at: [www.framingnano.eu](http://www.framingnano.eu).

Maynard, A., Aitken, R., Butz, T., Colvin, V.L., Donaldson, K.,

Oberdörster, G., Martin, A., Ryan, J., Seaton, A., Stone, V., Tinkle, S., Tran, L., Walker, N. and Warheit, D. (2006), 'Safe handling of nanotechnology', *Nature Nanotechnology*, 444(16).

Miller, G. (2006) 'Nanomaterials, sunscreens and cosmetics: small ingredients big risks | Emerging Technology'. Available at: <http://emergingtech.foe.org.au/resources/nanomaterials-sunscreens-and-cosmetics-small-ingredients-big-risks/> [Accessed: 25 September 2018].

Miller, G. and Senjen, R. (2008), 'Out of the Laboratory and into the Food Chain: Nanotechnology in Food and Agriculture'. Friends of Earth-Australia. Available at: [http://libcloud.s3.amazonaws.com/93/b5/4/547/Nanotechnology\\_in\\_food\\_and\\_agriculture\\_-\\_web\\_resolution.pdf](http://libcloud.s3.amazonaws.com/93/b5/4/547/Nanotechnology_in_food_and_agriculture_-_web_resolution.pdf) [Accessed: 18 February 2015].

Miller, J.C., Serrato, R., Represeas-Cardenas, J.M. and Kundahl, G. (2005), *The handbook of nanotechnology: business, policy, and intellectual property law*. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons.

Moorghen, S. (2021), *French authorities detect high rate of non-compliance on nanomaterials in cosmetics*, *Chemical Watch*. Available at: <https://chemicalwatch.com/379275/french-authorities-detect-high-rate-of-non-compliance-on-nanomaterials-in-cosmetics>.

Mrowiec, B. (2016), 'Directions and possibilities of the safe nanowaste management', *Chemik*, 70(10), pp. 593–596.

NanoAction (2007), 'Principios para la supervisión de las nanotecnologías y nanomateriales'. NanoAction. A Project of the International Center for technology Assessment. Available at: [https://www.centerforfoodsafety.org/files/081403\\_icta\\_span\\_low\\_86441\\_82005.pdf](https://www.centerforfoodsafety.org/files/081403_icta_span_low_86441_82005.pdf) [Accessed: 17 June 2011].

Oberdörster, G., Celein, R.M., Ferin, J. and Weiss, B. (1995), 'Association of Particulate Air Pollution and Acute Mortality: Involvement of Ultrafine Particles?', *Inhalation Toxicology*, 7(1), pp. 111–124. Available at: <https://doi.org/10.3109/08958379509014275>.

Oberdörster, G., Oberdörster, E. and Oberdörster, J. (2005), 'Nanotoxicology: An emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles', *Environmental Health Perspectives*, 113, pp. 823–839.

PACTE (2008), 'Code of Conduct for the Production and Use of Carbon Nanotubes'. Producers Association of Carbon nanoTubes in Europe (PACTE). Available at: [https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/PACTE\\_Code%20of%20conduct\\_531\\_6949.pdf](https://nanotech.law.asu.edu/Documents/2011/06/PACTE_Code%20of%20conduct_531_6949.pdf).

Roberts, T. (2008), 'Is Nano a No-No? Nanotechnology Advances into Buildings', *BuildingGreen*, 1 March. Available at: <https://www.buildinggreen.com/feature/nano-no-no-nanotechnology-advances-buildings> [Accessed: 4 August 2023].

RS&RAE (2004), *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. London: Royal Society : Royal Academy of Engineering.

Rushton, M., Záyago, E. and Foladori, G. (2009), 'Center of Educational Excellence in Nanotechnology: The Proposed World Bank Scientific Mil-

lennium Initiatives and Nanotechnology in Latin America', in A. Barrañón (ed.) *New Nanotechnology Developments*. New York: Nova Publishers.

Rusnano (2008), 'Certification'. Russian Corporation of Nanotechnology. Available at: <http://en.rusnano.com/Rubric.aspx?RubricId=412> [Accessed: 28 October 2008].

Schulte, P., Geraci, C., Zumwalde, R., Hoover, M. and Kuempel, E. (2008), 'Occupational risk management of engineered nanoparticles', *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 5(4), pp. 239–249. Available at: <https://doi.org/10.1080/15459620801907840>.

Schulte, P.A., Geraci, C.L., Murashov, V., Kuempel, E.D., Zumwalde, R.D., Castranova, V., Hoover, M.D., Hodson, L. and Martinez, K.F. (2014), 'Occupational safety and health criteria for responsible development of nanotechnology', *Journal of Nanoparticle Research*, 16(1). Available at: <https://doi.org/10.1007/s11051-013-2153-9>.

Soil Association (2008), *Ban Toxic Nanoparticles*. Available at: <https://www.soilassociation.org/web/sa/saweb.nsf/89d058cc4dbeb16d80256a73005a2866/42308d944a3088a6802573d100351790!OpenDocument> [Accessed: 18 March 2008].

Song, Y., Li, X. and Du, X. (2009), 'Exposure to nanoparticles is related to pleural effusion, pulmonary fibrosis and granuloma', *European Respiratory Journal*, 34(3), pp. 559–567.

SRO&IS, T.S.R.O.& I.S. (2008), 'Code of Conduct'. Available at: [http://www.innovationsgesellschaft.ch/media/archive2/publikationen/Factsheet\\_CoC\\_engl.pdf](http://www.innovationsgesellschaft.ch/media/archive2/publikationen/Factsheet_CoC_engl.pdf) [Accessed: 24 April 2008].

Stone, V., Önlü, S., Bergamaschi, E. and et al (2017), 'Research priorities relevant to development or updating of nano-relevant regulations and guidelines'. European NanoSafety Cluster. Available at: [https://www.nanosafetycluster.eu/uploads/files/pdf/RRR\\_Final\\_version\\_090317.pdf](https://www.nanosafetycluster.eu/uploads/files/pdf/RRR_Final_version_090317.pdf) [Accessed: 2 June 2017].

SVTC (no date), 'Regulation Emerging Technologies in Silicon Valley and Beyond'. Silicon Valley Toxics Coalition. Available at: [http://www.etoxics.org/messages/SVTC\\_Nanotech\\_Report\(April-2008\).doc](http://www.etoxics.org/messages/SVTC_Nanotech_Report(April-2008).doc) [Accessed: 24 April 2008].

Swiss Re (2004), 'Nanotechnology. Small Matter, Many Unknowns'. Swiss Reinsurance Company. Available at: [http://www.swissre.com/resources/31598080455c7a3fb154bb80a45d76a0-Publo4\\_Nano\\_en.pdf](http://www.swissre.com/resources/31598080455c7a3fb154bb80a45d76a0-Publo4_Nano_en.pdf) [Accessed: 3 May 2008].

Tsuchiya, T., Oguri, I., Yamakoshi, Y.N. and Miyata, N. (1996), 'Novel harmful effects of [60] fullerene on mouse embryos in vitro and in vivo', 393(1), pp. 139–145.

TÜV- SÜD Industrie Service (2008) 'CENARIOS®'.

UITA (2007), 'Reglamento - UITA', IUF. Available at: <https://www.iuf.org/es/what-we-do/rules/> [Accessed: 25 April 2023].

Wolfe, J. (2005), 'Nanotech Vs. The Green Gang', *Newsletters Forbes.com*. June 4, 2005. Available at: [https://www.forbes.com/2005/04/06/cz\\_](https://www.forbes.com/2005/04/06/cz_)

[jw\\_0406soapbox\\_inl/?sh=4350bo092f2d](http://www.zyvx.com/News/CNTStandards.html) [Accessed: 14 March 2021].

World Economic Forum (2023), *Global Risks Report 2023*, *World Economic Forum*. Available at: <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2023/> [Accessed: 23 January 2023].

Zyvex (2004), 'Chain Certification program for single-wall carbon nanotubes and carbon nanotube fibers (respectively)'. Available at: <http://www.zyvex.com/News/CNTStandards.html>.

## Notas

1. Existe una versión preliminar y más reducida en portugués (Invernizzi and Foladori, 2013).
2. Artículos científicos sobre la toxicidad de los nanomateriales se publican desde los años noventa; para comienzos del siglo XXI, en que los productos de las nanotecnologías irrumpen sistemáticamente en el mercado, había estudios sobre peligrosidad de nanopartículas aeróbicas, óxido de zinc, dióxido de titanio, y fullerenos, entre otros. Las nanopartículas pueden atravesar células, viajar por el sistema sanguíneo y linfático e ingresar al cerebro por los nervios olfativos (Oberdörster et al., 1995; Oberdörster, Oberdörster and Oberdörster, 2005), así como atravesar la barrera biológica entre madre y feto (Tsuchiya et al., 1996; Howard, 2004). La toxicidad de los nanomateriales no se manifiesta como resultado exclusivo de la cantidad y elemento químico del nanomaterial; también es importante la masa concentrada, la solubilidad, el área de superficie y la durabilidad, y demás factores (Maynard et al., 2006).
3. Existen varias investigaciones resaltando el mayor riesgo de trabajadores de laboratorio de nanotecnologías (Song, Li and Du, 2009; Liou et al., 2012; Liao, Lai and et al, 2013; Journeay and Goldman, 2014).
4. En 2010 fueron estimadas entre 268 y 318 toneladas con un 25 % de incremento anual (Mrowiec, 2016).
5. “The challenge for governments of every level is to balance the goals of encouraging innovation and avoiding harm. The NNAP’s April 2008 second assessment warns that “nanotechnology is losing a public relations contest,” a conclusion supported by a review of the commentary on numerous Internet websites” (Brown, 2008: 4).
6. “In this unregulated environment, many companies using nanoparticles are choosing not to mention them. A 2006 article in Investor’s Business Daily advises companies to promote the improvements in a product from nanomaterials but not to advertise “nano” too heavily. In July 2007, Consumer Reports found that out of eight sunscreens it tested, all contained nanoparticles of zinc oxide or titanium dioxide, yet only one of those products disclosed its use of nanotechnology on the bottle. The relevance to consumers isn’t trivial: studies show that if they reach live skin tissue, those particles can damage cell DNA” (Roberts, 2008).
7. Como contraparte, Lexington Insurance Chartis aprovechó la situación para abrir una línea de seguros exclusiva para nanotecnología, esperando llenar el vacío que dejaran las otras aseguradoras (Lexington Insurance Chartis, 2010).
8. Entre 2007 y 2008 agencias de los gobiernos de Australia, Estados Unidos y Reino Unido establecieron llamados voluntarios para el registro de industrias que trabajan con nanomateriales. Sólo un puñado de empresas se registraron, fracasando la iniciativa (Denison, 2010).