

## **Las aguas turbulentas de la nanotecnología: Las últimas noticias sobre la toxicidad de las nano partículas advierten que ocasionan daño cerebral en especies acuáticas y enfatizan la necesidad de una moratoria sobre la liberación de nano materiales en el ambiente**

Un nuevo estudio revela que las “buckyballs”, moléculas diseñadas de carbono, ocasionan daño cerebral en los peces. Esta es una evidencia más que demuestra que las nano partículas manufacturadas son dañinas para la ecología y para la salud. Los resultados del estudio fortalecen el llamado que hizo el Grupo ETC en el 2000 para que hubiera una moratoria sobre las nano partículas manufacturadas en productos comerciales. Las evidencias respaldan la recomendación del Institut für ökologische Wirtschaftsforschung —en un informe encargado por el Parlamento Europeo— de que las nano partículas no deben ser liberadas en el ambiente.<sup>1</sup> Estudios recientes han dejado serias preocupaciones acerca de la toxicidad de las nano partículas (ver “Diez advertencias tóxicas” abajo). El reporte científico al que nos referimos en este genotipo, aún inédito, es el primero que hace un simulacro de lo que podría pasar cuando las nano partículas se liberen al ambiente.

¿Cuántas advertencias requieren las autoridades de los gobiernos antes de asegurar la inocuidad de las nano partículas, evitar que los trabajadores que las producen se dañen y antes de que los consumidores queden completamente expuestos?

Durante la última reunión de la American Chemical Society en Anaheim, California, la toxicóloga ambiental, Dra. Eva Oberdörster describió qué pasó cuando expuso nueve robalos a un agua que contenía concentraciones de buckyballs de 500 partes por mil millones. (El nivel de concentración es comparable a los niveles contaminantes que comúnmente se encuentran en las aguas de los puertos). Después de sólo 48 horas, los investigadores encontraron daños “severos” en el tejido cerebral de los peces bajo la forma de una “peroxidación lípida”, lo que ocasiona la destrucción de las membranas celulares, relacionada a enfermedades como el Alzheimer. Los investigadores también encontraron marcadores químicos en el hígado indicando inflamación, lo cual sugiere una respuesta de todo el organismo ante la exposición a las buckyballs.<sup>2</sup>

Las nano partículas manufacturadas, que miden algunos mil millonésimas de metro, ya se utilizan en productos comerciales que van de las cremas anti envejecimiento a los bloqueadores solares y las raquetas de tenis. Las buckyballs —moléculas de carbono con forma de pelota de soccer, conocidas también como “moléculas milagrosas” debido a sus inusuales propiedades químicas— son consideradas especialmente prometedoras para el suministro de medicamentos y cosméticos así como para las celdas solares y de combustible. Las buckyballs no se han incorporado en los productos comerciales. El alto costo de su manufactura se considera la nueva barrera para su comercialización, pero el precio de un gramo de buckyballs está cayendo precipitadamente —de varios cientos de dólares a 20 dólares, y los fabricantes predicen que el precio caerá aún más, hasta 50 centavos por gramo.<sup>3</sup> Es difícil saber cuántas buckyballs se han fabricado desde que se descubrieron en 1985, pero una compañía en Japón, Frontier Carbon

(una empresa de riesgo compartido junto con Mitsubishi Corporation y Mitsubishi Chemical) está operando una instalación con capacidad de producción de 40 toneladas métricas de buckyballs por año. La compañía asegura que cuenta con 300 compradores de fulerenos (el nombre químico de la familia de las buckyballs).<sup>4</sup>

Con respecto a los resultados de su estudio sobre la toxicidad de estas nanopartículas, la Dra. Oberdörster advierte: “Dada la evidencia del daño cerebral, es importante hacer más estudios y evaluar los riesgos y beneficios de esta nueva tecnología antes de que su uso se extienda aún más.” Aunque se sabe que las nano partículas pueden cruzar la barrera de sangre del cerebro en los humanos, no se sabe aún si resultará en el tipo de daño que se encontró en los peces del experimento.

En una prueba aparte, Oberdörster encontró que las buckyballs también son tóxicas para las “pulgas de agua” —en agua con con bajas concentraciones de buckyballs, la mitad de la población de pulgas de agua murió en dos días. (Según Oberdörster , eso significa que las buckyballs son “moderadamente tóxicas” para las pulgas de agua, más tóxicas que el níquel pero menos que el cobre.<sup>5</sup> Puesto que las pulgas de agua (crustáceos de unos milímetros de largo) son una fuente de alimento para otras especies acuáticas, Oberdörster expresó preocupación de que las nanopartículas pudieran comenzar a acumularse a través de la cadena alimentaria afectando no solo a los peces, sino a las plantas y otros animales, incluyendo a los seres humanos.<sup>6</sup> Tanto los robalos como las pulgas de agua son especies estándar para las pruebas de toxicidad del agua.

Si bien el mercado de nano partículas alcanzará aproximadamente un valor de mil millones de dólares el próximo año, no existen en ningún país regulaciones gubernamentales ni requerimientos de etiquetado. Puesto que las nano partículas se componen de elementos y compuestos cuya toxicidad está bien estudiada a escalas mayores, se ha asumido pueden ser manejadas con seguridad, aunque puedan mostrar propiedades diferentes de las de sus “hermanas más grandes”.

Comentando los resultados de su experimento, la Dra. Oberdörster afirmó que “se trata de una alerta amarilla, no roja”.<sup>7</sup> Supestando, ella piensa que las nano partículas tienen un gran potencial en aplicaciones que pueden ser seguras, pero que deben comercializarse con toda precaución hasta que la información científica sobre su toxicidad esté completamente actualizada. El Grupo ETC está de acuerdo en que hay una alerta amarilla, y una vez más, urge a las autoridades y los responsables de la política internacional a que se muevan rápida y responsablemente para hacer una moratoria sobre la liberación de nuevas nano partículas al ambiente, hasta que los protocolos de laboratorio sean establecidos y hasta que los estudios toxicológicos se realicen y sus resultados sean verificados. Muchos promotores de la nanotecnología insisten en que pueden hacerse modificaciones a las partículas —como por ejemplo, recubrirlas— para asegurar que son biocompatibles e inocuas. La situación es más complicada, ya que la mayoría de los fabricantes no tiene la voluntad de compartir sus propios estudios sobre la seguridad de las nano partículas con el público o con otros competidores.

Las aplicaciones de las nano partículas en el ámbito comercial tienen un rango muy amplio, y muchas incluyen su liberación en el agua o el suelo. La empresa Altair Nanotechnologies busca comercializar un producto nanotecnológico para limpiar el agua en las granjas industriales productoras de peces y el agua de las albercas. Clear Spring Foods, una compañía de acuicultura que cría alrededor de un tercio de la producción de trucha en Estados Unidos, ha estado realizando pruebas para una vacuna que sería suministrada mediante nanopartículas. El ADN de la vacuna en la forma de nano partícula se agregaría a los estanques donde se crían los peces y se activaría mediante ultrasonido para inocularse en las truchas. Al mismo tiempo, desde Kioto, Japón, se nos informa que científicos están experimentando el uso de las

buckyballs para un fertilizante agrícola. Los residuos de fertilizante ya son un contaminante mayor de los mantos freáticos.

La comunidad internacional debe formular un mecanismo legalmente vinculante para controlar los productos de nuevas tecnologías, con base en un Principio de Precaución que atienda las implicaciones socioeconómicas, para la salud y para el ambiente. Debe realizarse una evaluación internacional de los riesgos bajo el esquema de una Convención Internacional para la Evaluación de Nuevas Tecnologías (ICENT, por sus siglas en inglés). La toxicidad de las nano partículas y su liberación en el ambiente deben ser vigilados por la sociedad civil y las organizaciones de los pueblos, así como por las agencias intergubernamentales. El Grupo ETC ha estado en contacto con el International Collective in Support of Fishworkers (ICSF), Chennai, India), que monitorea temas relacionados con el bienestar y supervivencia de los pescadores de pequeña escala alrededor del mundo. El ICSF ya está monitoreando el asunto de la toxicidad de las nano partículas. El Grupo ETC también contactó el World Fisher Center con sede en Penang, Malasia, que forma parte de la red internacional de centros de investigación del CGIAR (Grupo Consultivo en Investigación Agrícola Internacional). El tema de la toxicidad de las nano partículas debe ser considerado urgentemente por la Convención de Oslo – París para la Protección del Ambiente Marino del Noreste del Atlántico (OSPAR), cuyo Comité de Sustancias Peligrosas se reúne el próximo mes en Wismar, Alemania.

La siguiente lista no es exhaustiva, pero incluye algunas de las alertas más rojas en torno al tema de la seguridad de las nano partículas diseñadas:

## Diez advertencias tóxicas:

1. 1997- Se descubrió que las nano partículas de dióxido de titanio y óxido de zinc utilizadas en bloqueadores de sol promueven los radicales libre en las células de la piel, dañando el ADN. (Universidad de Oxford y Universidad de Montreal). Dunford, Salinaro *et al.*<sup>8</sup>
2. Marzo 2002 – Investigadores del Center for Biological and Environmental Nanotechnology (CBEN), de la Universidad de Rice, Houston, reportaron al Ministerio de Protección al Ambiente del Gobierno de Estados Unidos que las nano partículas se acumulan en los órganos de animales de laboratorio y son incorporadas a las células. *“Sabemos que los nano materiales han sido absorbidos por las células. Eso enciende las alarmas. Si las bacterias pueden incorporarlas, tenemos un puerto de entrada de los mano materiales a la cadena alimenticia.”* – Dr. Mark. Wiesner.<sup>9</sup>
3. Marzo 2003 – Investigadores de la NASA y el Jonson Space Center reportaron que los nano tubos en los pulmones de ratas produjeron mayor respuesta tóxica que el polvo de cuarzo. Científicos del Laboratorio DuPont Haskell presentaron hallazgos diferentes pero muy preocupantes en torno a la toxicidad de los nano tubos. *“El mensaje es claro. La gente debe tomar precauciones. Los nano tubos pueden ser altamente tóxicos.”* – Dr. Robert Hunter (investigador de la NASA).<sup>10</sup>

4. Marzo 2003 – El Grupo ETC publica el primer reporte científico acerca de la toxicidad de las nano partículas, un estudio del toxicopatólogo Vyvyan Howard. El Dr. Howard concluye que entre más pequeña es la partícula más alta es su posibilidad de toxicidad y que las nano partículas tienen varias rutas hacia el interior del cuerpo y a través de membranas tales como la barrera de sangre del cerebro. *“Deben realizarse evaluaciones completas sobre la peligrosidad de las nano partículas para establecer la seguridad de las especies de partículas antes de que se pueda licenciar su fabricación. Estamos tratando con un proceso potencialmente peligroso.”* – Dr. Vyvyan Howard.<sup>11</sup>
5. Julio 2003 – *Nature* reporta sobre el trabajo del científico del CBEN, Mason Tomson, que demuestra que las buckyballs pueden penetrar sin obstáculos el suelo. *“Estudios no públicos demuestran que las nano partículas pueden ser fácilmente absorbidas por los microorganismos del suelo, lo cual posibilita que se muevan hacia arriba en la cadena alimentaria y lleguen hasta los humanos.”* – Dr. Vicky Colvin, directora del centro.<sup>12</sup>
6. Enero 2004 – El Dr. Günter Overdörster demostró que las nano partículas son capaces de moverse fácilmente del tracto nasal al cerebro. *“La revolución nano tecnológica puede diseñar partículas que son muy diferentes químicamente de aquellas a las que hemos estado expuestos, y que podrían tener propiedades muy diferentes, que las hicieran más dañinas. Debemos mantener la vigilancia.”* – Profesor Ken Donaldson, Universidad de Edimburgo.<sup>13</sup>
7. Enero 2004 – Investigadores de la Universidad de Leuven, Bélgica, dedicados a la seguridad de la nano tecnología, escriben en *Nature* que las nano partículas requerirán nuevos estudios de toxicidad: *“Consideramos que los productores de nano materiales tienen la obligación de publicar los resultados relevantes sobre sus estudios de cada nuevo nano material, según las directrices internacionales prevalecientes sobre la evaluación de riesgos. Incluso algunos agentes químicos ‘viejos’ podrían necesitar ser re evaluados si su estado físico es substancialmente diferente del que tenían cuando fueron evaluados originalmente.”* – Peter H. M. Hoet, Abderrahim Nemmar y Benoit Nemery, Universidad de Bélgica.<sup>14</sup>
8. Enero 2004 – Durante la primera conferencia científica sobre nano toxicidad, “Nanotox 2004”, el Dr. Vyvyan Howard informó que las nano partículas de oro se pueden mover, a través de la placenta, de la madre al feto.<sup>15</sup>
9. Febrero 2004 – Científicos en la Universidad de California en San Diego descubrieron que las nano partículas de selenide de cadmio (puntos cuánticos) pueden irrumpir en el cuerpo humano ocasionando el envenenamiento potencial por cadmio. *“Esto es algo que probablemente la comunidad científica no quiere escuchar.”* – Mike Sailor, UC San Diego.<sup>16</sup>
10. Marzo 2004 – La Dra. Eva Oberdörster reportó, durante la reunión de la American Chemical Society, que las buckyballs ocasionan daño cerebral en los peces jóvenes, además de disturbios en la función genética. *“Dada la rapidez del daño cerebral, es importante que se hagan posteriores evaluaciones de los riesgos y beneficios de esta nueva tecnología antes de que su uso se extienda aún más”.* – Dr. Eva Oberdörster.<sup>17</sup>

## NOTAS:

<sup>1</sup> Haum, Petschow, Steinfeldt, Nanotechnology and Regulation within the framework of the Precautionary Principle. *Final Report for ITRE Committee of the European Parliament*. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) gGmbH, Berlin, 11 de febrero de 2004. El llamado a la moratoria hecho por el Grupo ETC consiste en un paro temporal de la investigación en laboratorios y en la comercialización de nuevos productos hasta que los gobiernos nacionales, junto con su comunidad científica, puedan establecer un protocolo sobre las “prácticas de seguridad”.

<sup>2</sup> Mark T. Sampson, “Type of buckyball shown to cause brain damage in fish”, en *Eurekalert*, 28 de marzo de 2004. Disponible en internet [www.eurekalert.org](http://www.eurekalert.org)

<sup>3</sup> Scott Kirsner, “Nanotech, biotech at key juncture”, en *The Boston Globe*, 22 de marzo de 2004.

<sup>4</sup> Matt Kelly, “Fullerenes Flourish, and Nano-C can make them by the ton”, en *Small Times*, 27 de octubre de 2003.

<sup>5</sup> Rick Weiss, “Nanoparticles Toxic in Aquatic Habitat, Study Finds”, en *The Washington Post*, 29 de marzo de 2004

<sup>6</sup> Mark T. Sampson, “Type of buckyball shown to cause brain damage in fish”, en *Eurekalert*, 28 de marzo de 2004. Disponible en internet [www.eurekalert.org](http://www.eurekalert.org)

<sup>7</sup> Barnaby J. Feder, “Health Concerns in Nanotechnology”, en *The New York Times*, 29 de marzo de 2004.

<sup>8</sup> Dunford, Salinaro et al. “Chemical oxidation and DNA damage catalysed by inorganic sunscreen ingredients”, en *FEBS Letters*, volumen 418, no. 1-2, 24, noviembre, 1977, pp. 87-90.

<sup>9</sup> Doug Brown, “Nano litterbugs? Experts See Potential Pollution Problems”, en *Small Times*, 15 de marzo de 2002. Disponible en internet, [www.smalltimes.com](http://www.smalltimes.com)

<sup>10</sup> Jenny Hogan, “How safe is nanotech?” Reporte especial sobre nano contaminación, en *New Scientist*, vol. 177, no. 2388, 29 de marzo de 2003, p. 14.

<sup>11</sup> Grupo ETC “El tamaño sí importa! Nuevas evidencias para una moratoria global”, en Occasional Paper Series, vol. 7 no. 1, abril de 2003. disponible en internet, [www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org)

<sup>12</sup> Geoff Brumfiel, “A little knowledge...”, en *Nature* vol. 424, no. 6946, 17 de julio de 2003, p. 246.

<sup>13</sup> Alex Kirby, “Tiny Particles Threaten Brain”, *BBC News Online*, 8 de enero de 2004. Disponible en internet, <http://newsbbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3379759.stm>

<sup>14</sup> Peter Hoet, Adberrahim Nemmar y Benoît Nemery, “Health Impact of Nanomaterials?” en *Nature Biotechnology*, vol. 22, no. 1 enero de 2004, p. 19

<sup>15</sup> Ben Wootliff, “British Scientist: Nanoparticles Might Move from Mom to Fetus”, en *Small Times*, 14 de enero de 2004. Disponible en internet, [www.smalltimes.com](http://www.smalltimes.com)

<sup>16</sup> Justin Mullins, “Safety concerns over injectable quantum dots”, en *New Scientist*, vol. 181, no. 2436, 28 de enero de 2004, p. 10.

<sup>17</sup> Mark T. Sampson, “Type of buckyball shown to cause brain damage in fish”, en *Eurekalert*, 28 de marzo de 2004, disponible en internet, [www.eurekalert.org](http://www.eurekalert.org)

**El Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración, Grupo ETC antes RAFI, es una organización internacional de la sociedad civil, cuya secretaría internacional está en Canadá. El Grupo ETC se dedica a la promoción de la diversidad cultural y ecológica y de los derechos humanos. El Grupo ETC es miembro del proyecto CBDC (Conservación y desarrollo de la biodiversidad con comunidades de pequeños agricultores), una iniciativa experimental de colaboración entre 14 organizaciones de la sociedad civil e instituciones públicas de investigación. El proyecto CBDC tiene como objetivo la exploración de programas dirigidos por las comunidades en la conservación y promoción de la diversidad agrícola. Más información en [www.cbdcprogram.org](http://www.cbdcprogram.org)**