



LA NANOTECNOLOGIA Y LOS RIESGOS AMBIENTALES

Dra. Visitación Conforti

*Dpto. de Biodiversidad y Biología Experimental.
Fac. Cs. Exactas y Naturales, UBA.*

El progreso tecnológico en general, primero promete grandes avances (desarrollo de la energía nuclear, los organismos genéticamente modificados, informática, etc.), pero después comienzan a evidenciarse consecuencias, muchas de las cuales afectan al hombre y al medio ambiente, generando grandes problemas.



Como consecuencia de esto se puede desencadenar el ciclo:

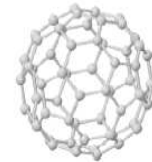
- descubrimiento fundamental,
- desarrollo tecnológico,
- aparición de consecuencias indeseables,
- problema público.



Entonces, la pregunta que podemos hacernos es ¿será diferente en el caso de la Nanotecnología?.



Plantear estas cuestiones anticipadamente puede dar como resultado productos mejores, más seguros y generar menos riesgos a largo plazo.



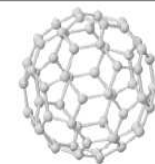
La producción, el uso y la eliminación de NM producirá inevitablemente su aparición en el aire, agua, suelos u organismos.

Por lo tanto se necesitan investigaciones para prever que estos y las industrias que los producen no generen riesgos medioambientales.



Resulta irónico que las propiedades de los NM que pueden preocupar, como su absorción por las células, con frecuencia son precisamente las deseadas para los usos beneficiosos en las aplicaciones médicas.

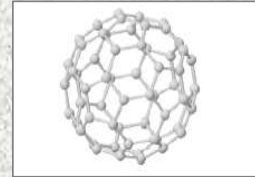
Conocer si una sustancia es "peligrosa" implica no sólo determinar su toxicidad, sino también saber cuál es la posibilidad real de que éste material alguna vez entre en contacto con una célula viva.



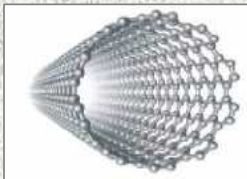
Varios factores nos deben preocupar !



- Muchos NM resisten a la degradación, por lo que quedan en el medio ambiente durante mucho tiempo y por tanto tienen una mayor posibilidad de interactuar con los seres vivos.
- Para los NM, son prácticamente desconocidos los procesos que facilitan su descomposición, incluso su degradación por acción bacteriana.
- Poco se sabe sobre cómo es la movilidad de las NP en el medio ambiente y por lo tanto cómo prever o impedir que se muevan.



*Los nanomateriales más peligrosos serían aquellos
que a la vez son móviles y tóxicos.*



Qué nos falta saber sobre los posibles riesgos de la dispersión de las NP?

- Información sobre la salud de los trabajadores involucrados en la elaboración y procesamiento de la NP.
- Información sobre sus destinos ambientales, distribución y persistencia (incluyendo bioacumulación).
- Efectos de las NP sobre varias especies en cada uno de los habitats y en los diferentes niveles tróficos y rutas de exposición.
- Una base de datos de antecedentes actuales e históricos sobre los efectos de la exposición de humanos y otras especies a NP.
- Información sobre la posibilidad que de las exposiciones simultáneas a diferentes NP puedan resultar efectos aditivos y/o acumulativos.

*Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risk (SCENIHR)
Unión Europea, 2005.*



Tres son las principales preguntas que deberíamos tratar de contestarnos.

1. **Cómo cambian las NP con el tiempo una vez que pasan al medio ambiente?.**
2. **Qué efectos ellas pueden tener sobre los organismos?.**
3. **Cómo pueden impactar sobre el ecosistema?.**

Foto de Felice Frankel, ITM



Las respuestas van a depender de las características únicas de cada medio.

El potencial impacto de cada compuesto (positivo, neutro o negativo) estará ligado a características como:

- toxicidad,
- biodisponibilidad,
- movilidad,
- estabilidad,
- solubilidad
- reactividad.

Foto de Felice Frankel, ITM



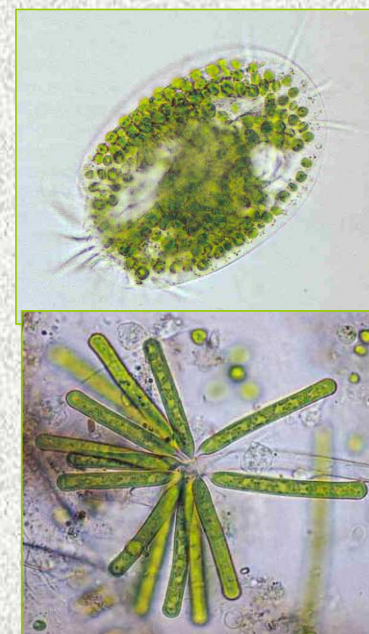
Dependiendo de las técnicas de su elaboración las NP pueden ser liberadas al agua, al aire o contaminar el suelo y aguas subterráneas.

Muchas de estas NP serán nuevas para el ambiente en tipo y cantidad, constituyendo una nueva clase de contaminantes no biodegradables, con los cuales los científicos aun no se familiarizaron.

La conducta a largo tiempo de tales sustancias y sus efectos sobre otros elementos son extremadamente difíciles de prever.

Foto de Felice Frankel, ITM

Si bien existen datos sobre efectos de la NM sobre la salud humana, se sabe muy poco sobre la contaminación del aire, ambientes naturales o sobre plantas, otros animales o microorganismos.

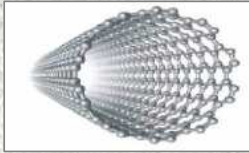


Solo hay unos pocos estudios de impacto.



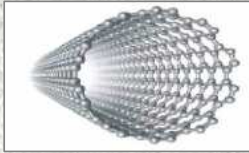
- Oberdörster (2004) expuso a un número pequeño de peces juveniles a NP de C_{60} que habían sido tratadas para ser solubles y vio un aumento significativo de peroxidación lipídica a nivel cerebral después de 48 hs.
- También notó una clarificación del agua en los tanques de los peces tratados, sugiriendo un posible efecto de las NP sobre los microorganismos.
- En otro experimento, se vio que las NP eran también tóxicas para las pulgas de agua. La mitad de la población del estanque murió en dos días. Por lo que se concluye que son más tóxicas que el Níquel, pero menos que el Cobre.





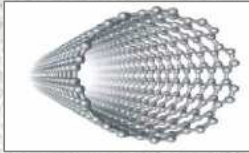
- **Es posible que los organismos del suelo o del agua entren en contacto con NP del ambiente y que estas según la actividad de sus superficies puedan interferir con sus funciones vitales.**
- **Existen evidencias que las NP pueden inhibir la motilidad y la fagocitosis de macrófagos humanos, lo cual implica que similares efectos pueden esperarse sobre los organismos simples.**





- En el 2003, un estudio publicado en *Nature*, mostró que las NP pueden ser absorbidas por las lombrices y otros organismos del suelo, con la posibilidad de que asciendan en la red alimentaria, llegando inclusive a los humanos.

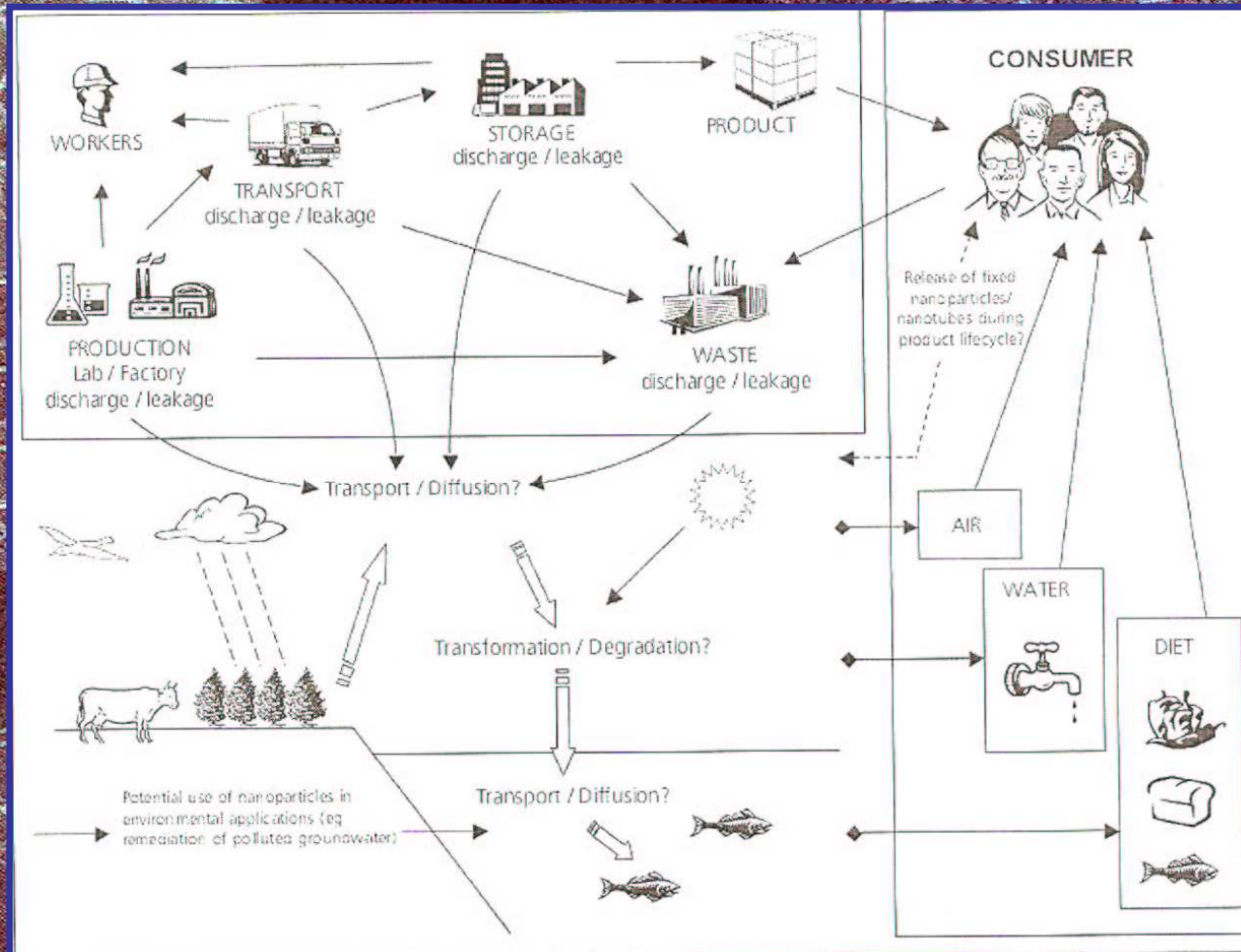


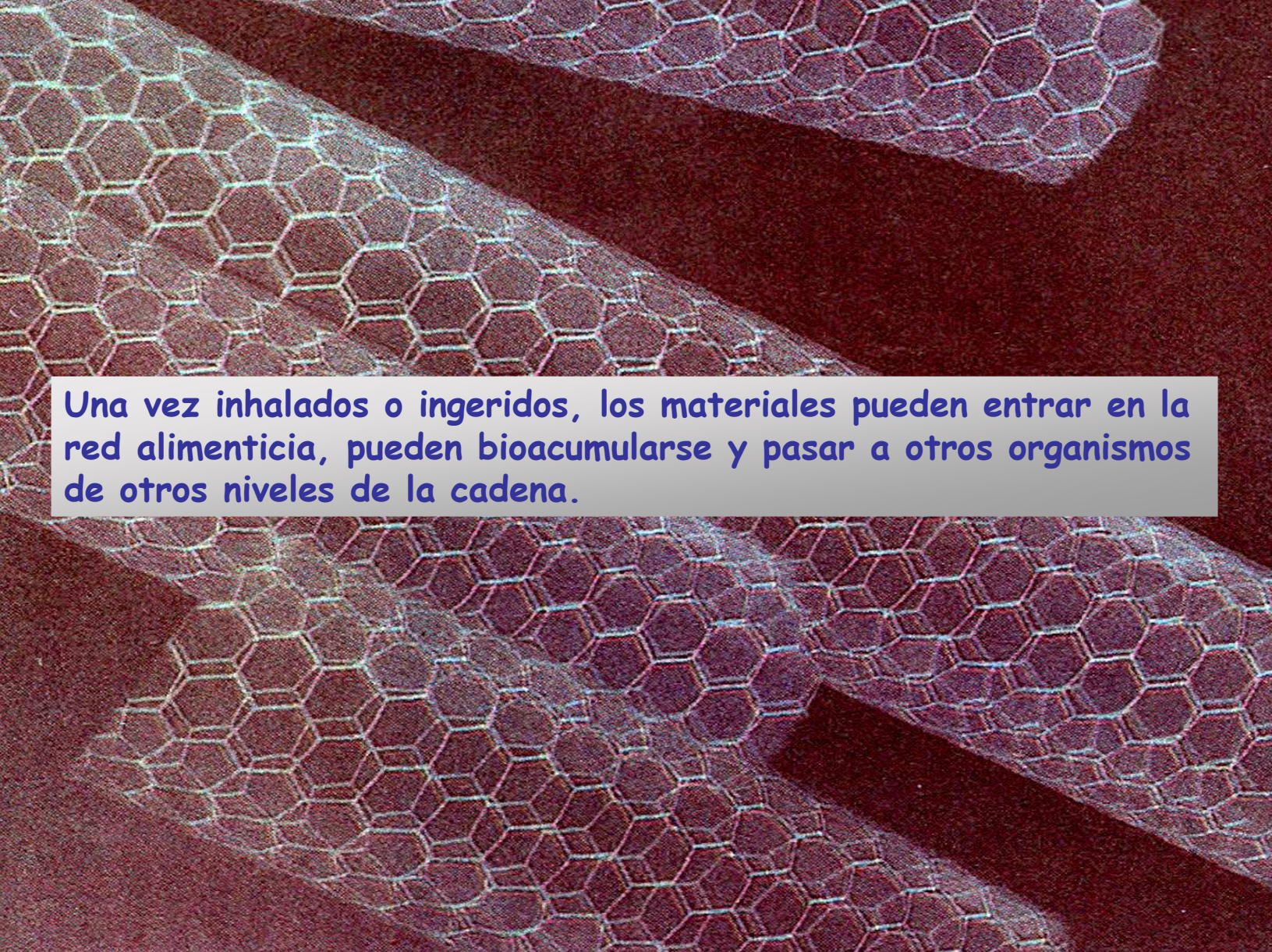


➤ En la reunión de la Asociación Americana de Química del 2005, se presentó un informe, el cual muestra que las NP de carbono se disuelven en agua, y que aun en concentraciones muy pequeñas, son tóxicas para las bacterias del suelo, generando un alerta sobre sus interacciones con los ecosistemas naturales.



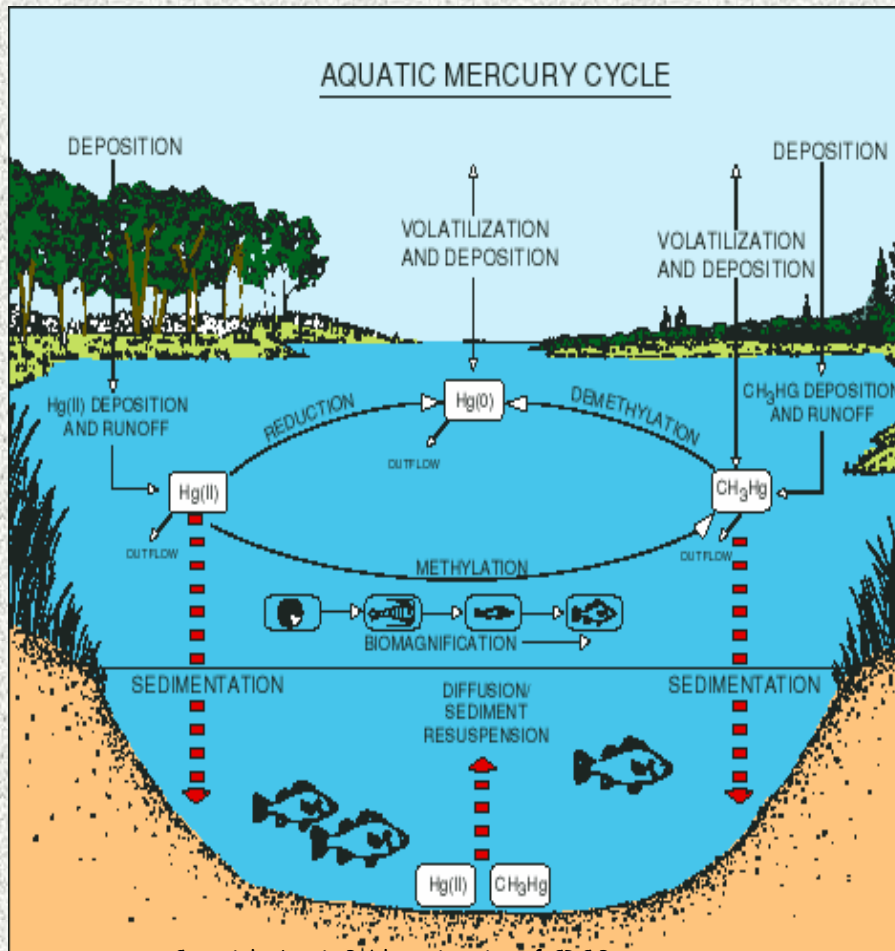
Posibles rutas de los NM basada en aplicaciones actuales y potenciales futuras





Una vez inhalados o ingeridos, los materiales pueden entrar en la red alimenticia, pueden bioacumularse y pasar a otros organismos de otros niveles de la cadena.

BIOACUMULACION



Copyright Lewis Publ., an imprint of CRC Press

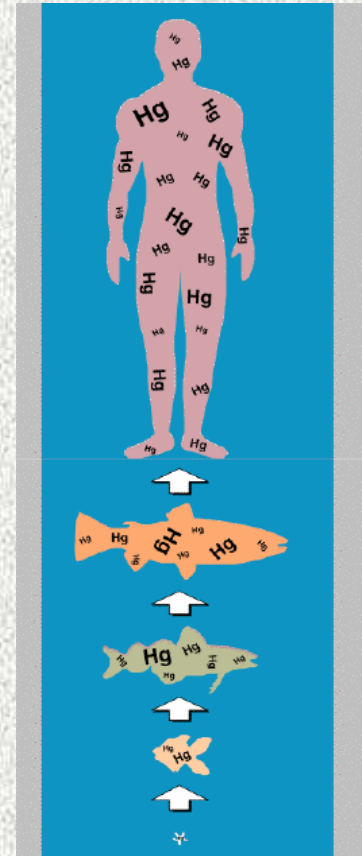
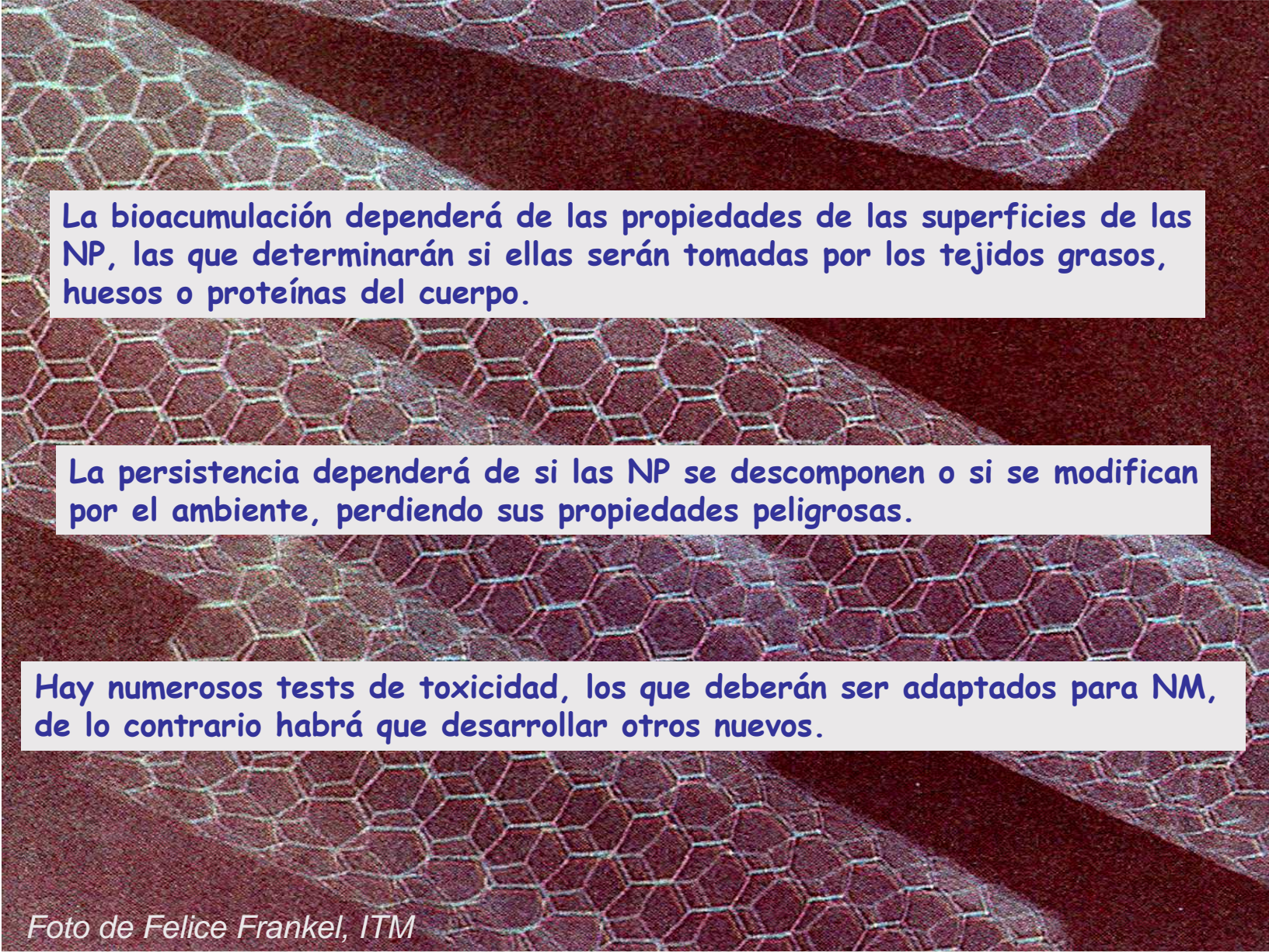


Figure 4. Mercury (Hg) biomagnifies from the bottom to the top of the food chain. Even at very low input rates to aquatic ecosystems that are remote from point sources, biomagnification



La bioacumulación dependerá de las propiedades de las superficies de las NP, las que determinarán si ellas serán tomadas por los tejidos grasos, huesos o proteínas del cuerpo.

La persistencia dependerá de si las NP se descomponen o si se modifican por el ambiente, perdiendo sus propiedades peligrosas.

Hay numerosos tests de toxicidad, los que deberán ser adaptados para NM, de lo contrario habrá que desarrollar otros nuevos.

Foto de Felice Frankel, ITM



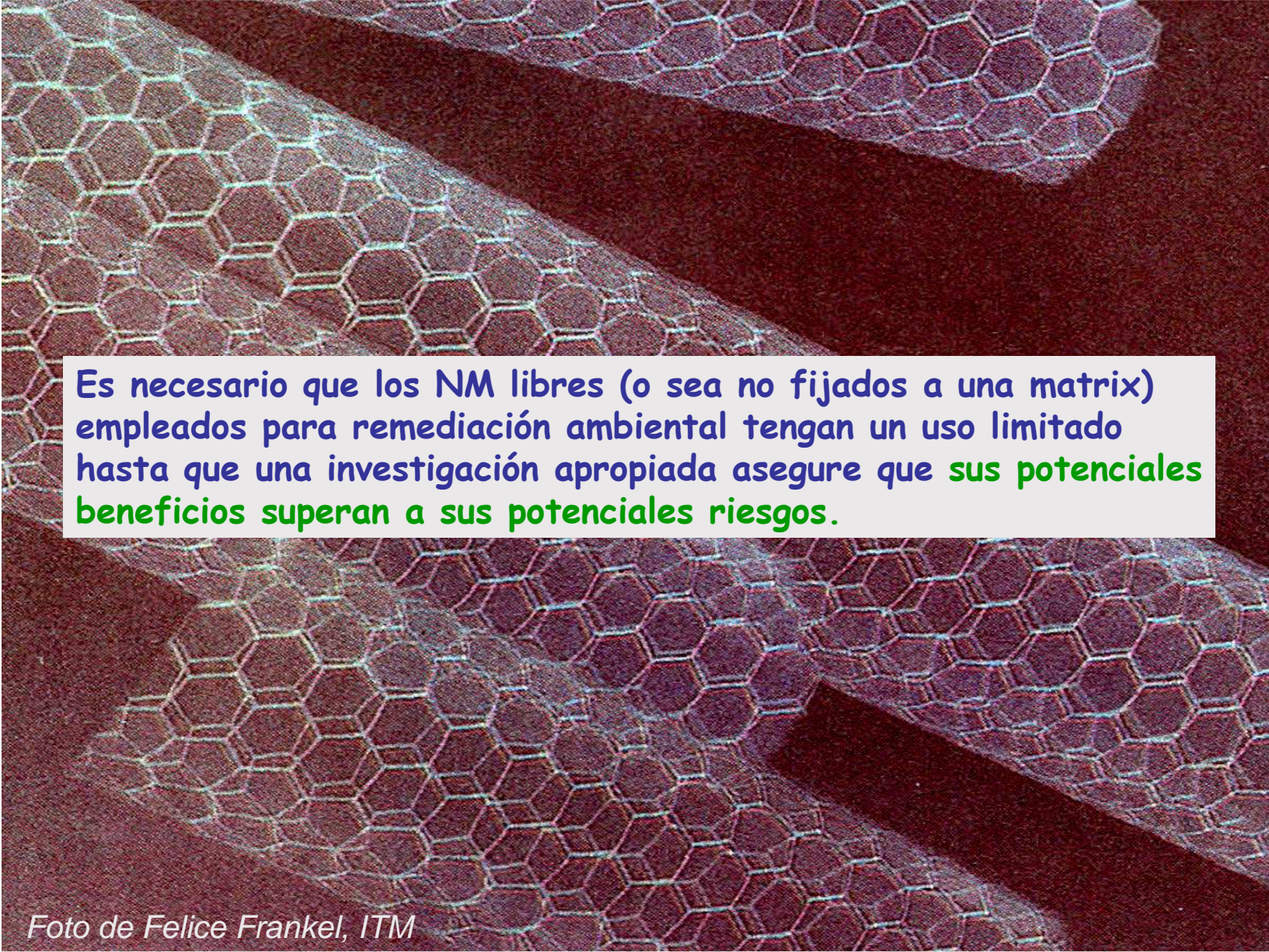
Una corriente fuente de contaminación ambiental son los efluentes de las industrias y laboratorios de investigación.

En un estudio de remediación (Zhang 2003) se determinó que las NP de hierro podían viajar con el agua subterránea a una distancia de 20m o más y estar reactivas por 4-8 semanas.

Es importante ser sumamente cuidadosos con estos desechos hasta que no se sepa más sobre su impacto en el ambiente.

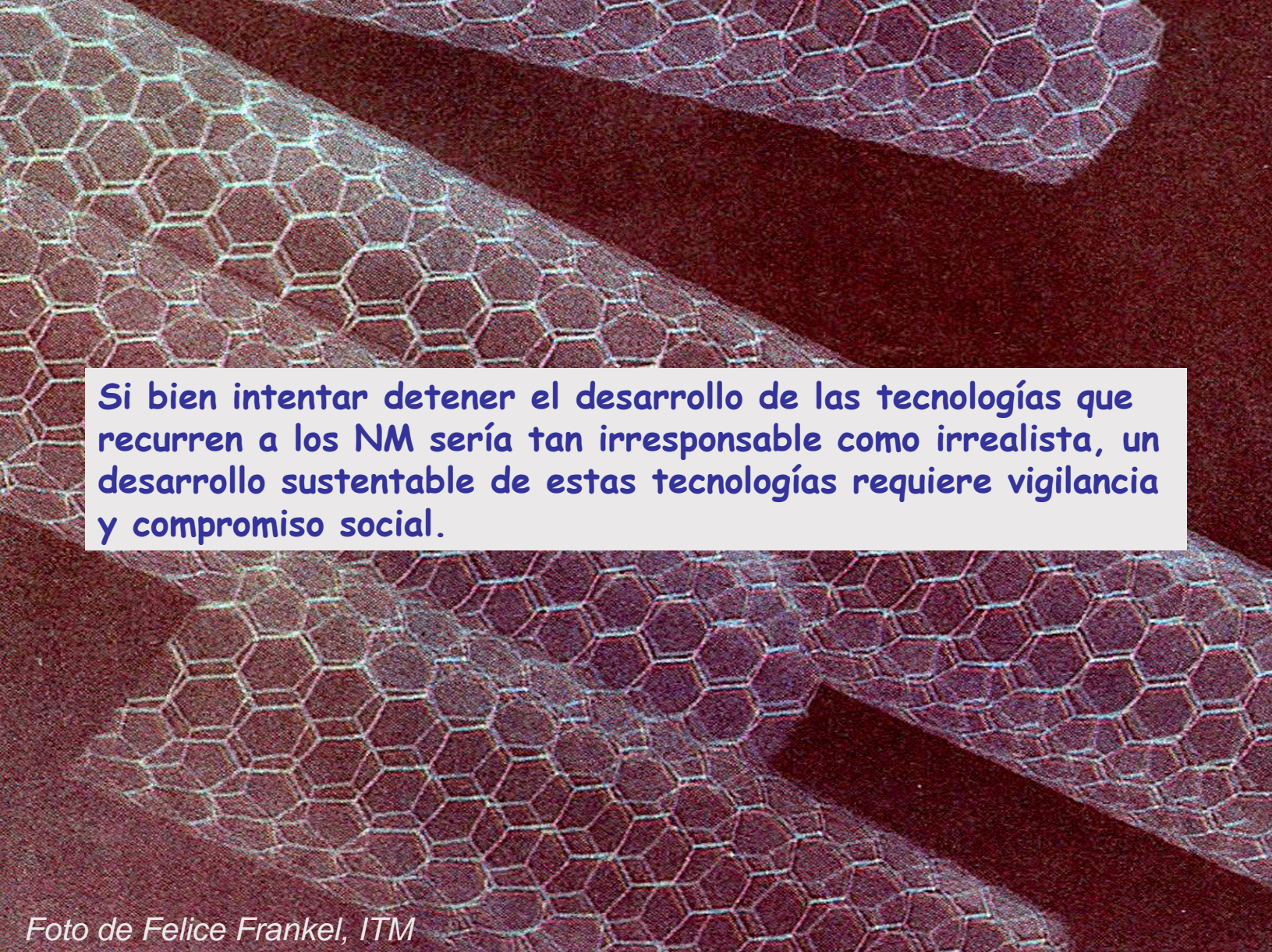
Lo recomendable es tratar a los NM como si fueran peligrosos, disminuir su contenido o eliminarlos de los efluentes.

Foto de Felice Frankel, ITM



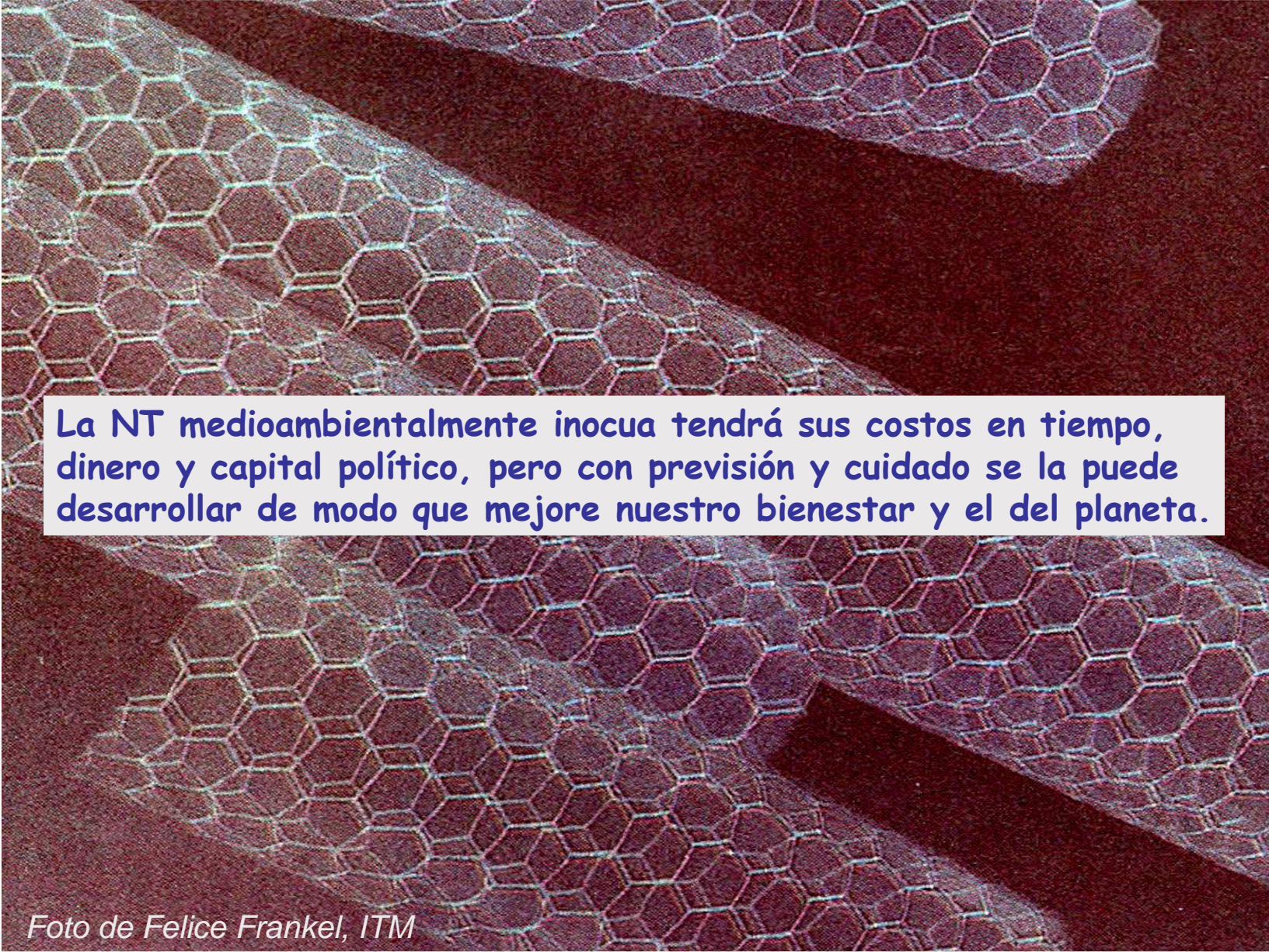
Es necesario que los NM libres (o sea no fijados a una matrix) empleados para remediación ambiental tengan un uso limitado hasta que una investigación apropiada asegure que **sus potenciales beneficios superan a sus potenciales riesgos.**

Foto de Felice Frankel, ITM

A scanning electron micrograph (SEM) showing a dense array of interconnected, hexagonal, carbon-based structures, likely a carbon nanotube or nanowire network. The structures are arranged in a honeycomb-like pattern, with some larger, more complex structures in the foreground and background. The image is in grayscale, with the structures appearing as bright, interconnected lines against a darker background.

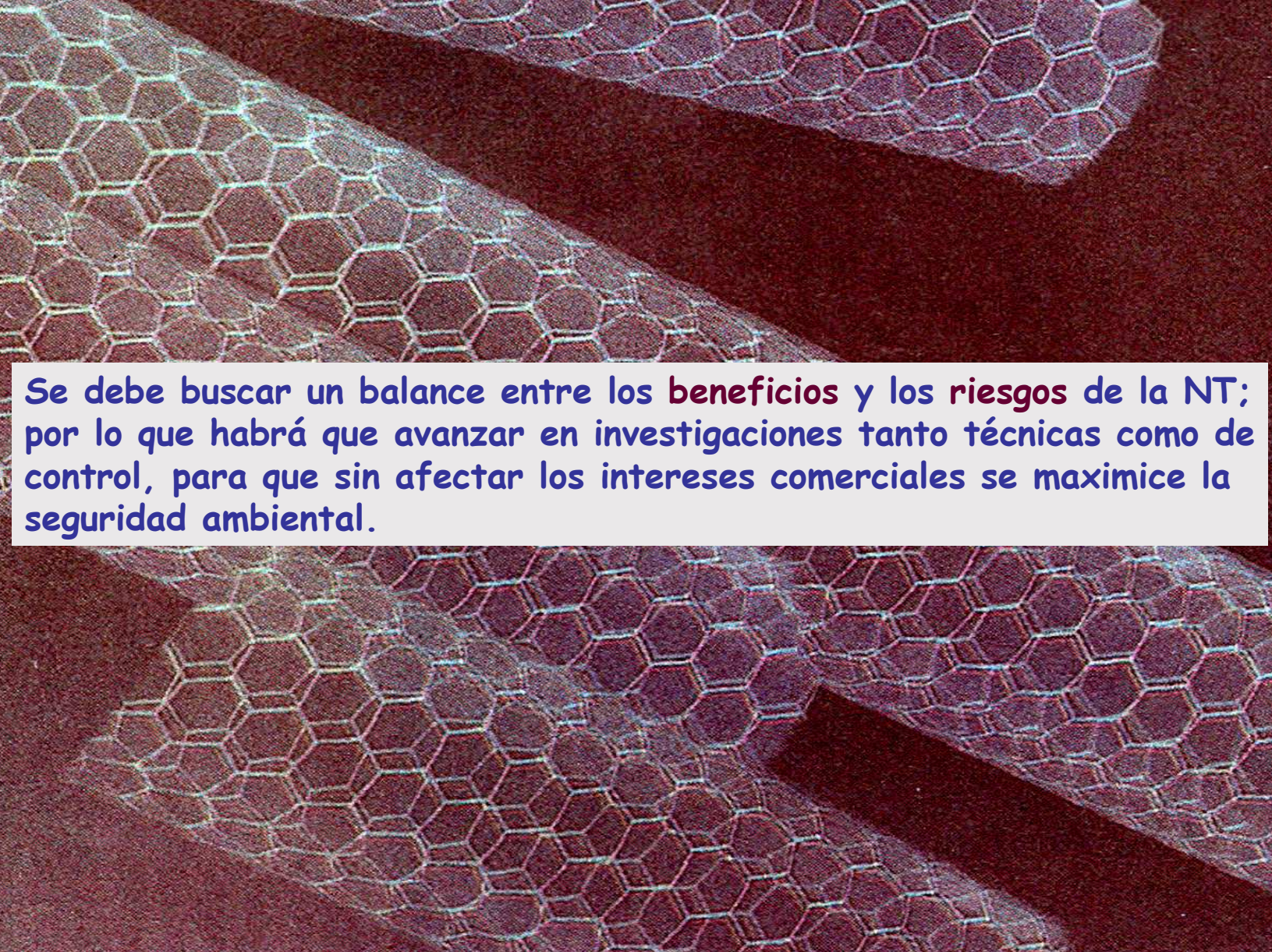
Si bien intentar detener el desarrollo de las tecnologías que recurren a los NM sería tan irresponsable como irrealista, un desarrollo sustentable de estas tecnologías requiere vigilancia y compromiso social.

Foto de Felice Frankel, ITM



La NT medioambientalmente inocua tendrá sus costos en tiempo, dinero y capital político, pero con previsión y cuidado se la puede desarrollar de modo que mejore nuestro bienestar y el del planeta.

Foto de Felice Frankel, ITM

A microscopic image showing a dense network of plant cells with prominent cell walls, forming a honeycomb-like structure. The cells are roughly hexagonal and arranged in a regular pattern. A white rectangular text box is superimposed over the center of the image.

Se debe buscar un balance entre los **beneficios** y los **riesgos** de la NT; por lo que habrá que avanzar en investigaciones tanto técnicas como de control, para que sin afectar los intereses comerciales se maximice la seguridad ambiental.

A microscopic image showing a dense, interconnected network of cells with a hexagonal or honeycomb-like structure. The cells are stained in shades of purple and blue, with lighter, almost white, lines highlighting the cell walls. The overall appearance is that of a porous, crystalline material.

MUCHAS GRACIAS !

Foto de Felice Frankel, ITM