

Vinculación de la ciencia y tecnología en la educación humanista desde la perspectiva de la bioética y la nanotecnología

Virginia Montero Campos, Ph.D


Catedrática

Coordinadora Programa Nanotecnología

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Nanotoxicología está emergiendo como una importante subdisciplina en nanociencia y nanotecnología.

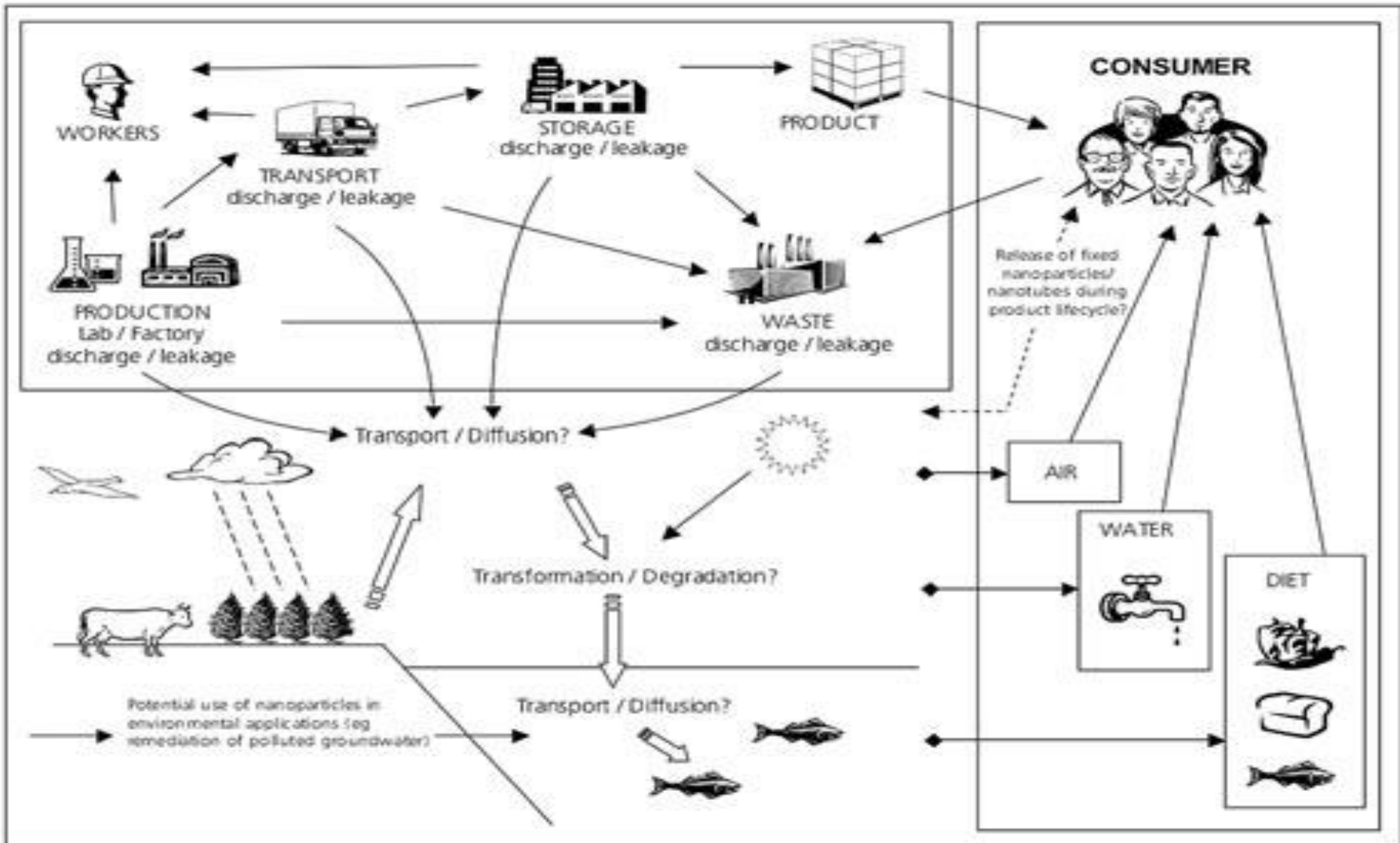


- 
- Nanotoxicología se refiere al estudio de las interacciones de nanoestructuras con los sistemas biológicos con énfasis en la aclaración de la relación entre las propiedades físicas y químicas (por ejemplo, tamaño, forma, superficie química, composición y agregación) de nanoestructuras con la inducción de respuestas biológicas tóxicas.

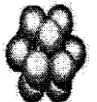

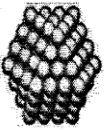
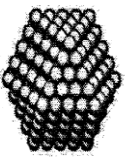
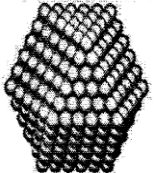
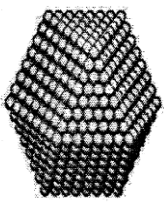
Peligrosidad de las nanopartículas

- Por sí mismas
 - El primero se refiere a los efectos biológicos y químicos por la exposición.
- El riesgo de contaminación ambiental
 - Tiene que ver con escapes al ambiente, así como con su circulación y concentración, que pueden representar un peligro para los organismos y los ecosistemas.

Exposición a nanomateriales



Nanomateriales

Full-shell Clusters		Total Number of Atoms	Surface Atoms (%)
1 Shell		13	92
2 Shells		55	76
3 Shells		147	63
4 Shells		309	52
5 Shells		561	45
7 Shells		1415	35

Mayor superficie relativa



Efectos cuánticos

Reactividad
Resistencia
Características Eléctricas

Investigaciones en el uso de nanomateriales para tratamiento de agua

- Membranas personalizadas en desinfección.
- Nuevos tipos de absorbentes para remover compuestos orgánicos e inorgánicos (metales pesados).
- Remoción específica de arsénico.
- Procesos foto-catalíticos (TiO_2) para destruir compuestos orgánicos y microorganismos.
- Dispositivos de monitoreo de contaminantes (nano electrodos).

Propiedades físico-químicas relacionadas con toxicidad

Tamaño y distribución

- A medida que disminuye el tamaño de la partícula (y aumenta la superficie) disminuye la velocidad de sedimentación, lo que aumenta su movilidad, el transporte potencial, y la biodisponibilidad en el medio ambiente. Esta movilidad se puede traducir en el transporte pasivo a través de las membranas celulares.
- Se pueden transportar a través de las membranas con mayor facilidad o interrumpir la fagocitosis normal de macrófagos.
- Las nanopartículas que crucen las membranas serán capaces de interactuar con el ADN, el ARN, el núcleo y otras organelas. Si se producen estas interacciones, la iniciación y promoción pueden ser probables.

Propiedades físico-químicas relacionadas con toxicidad

Morfología

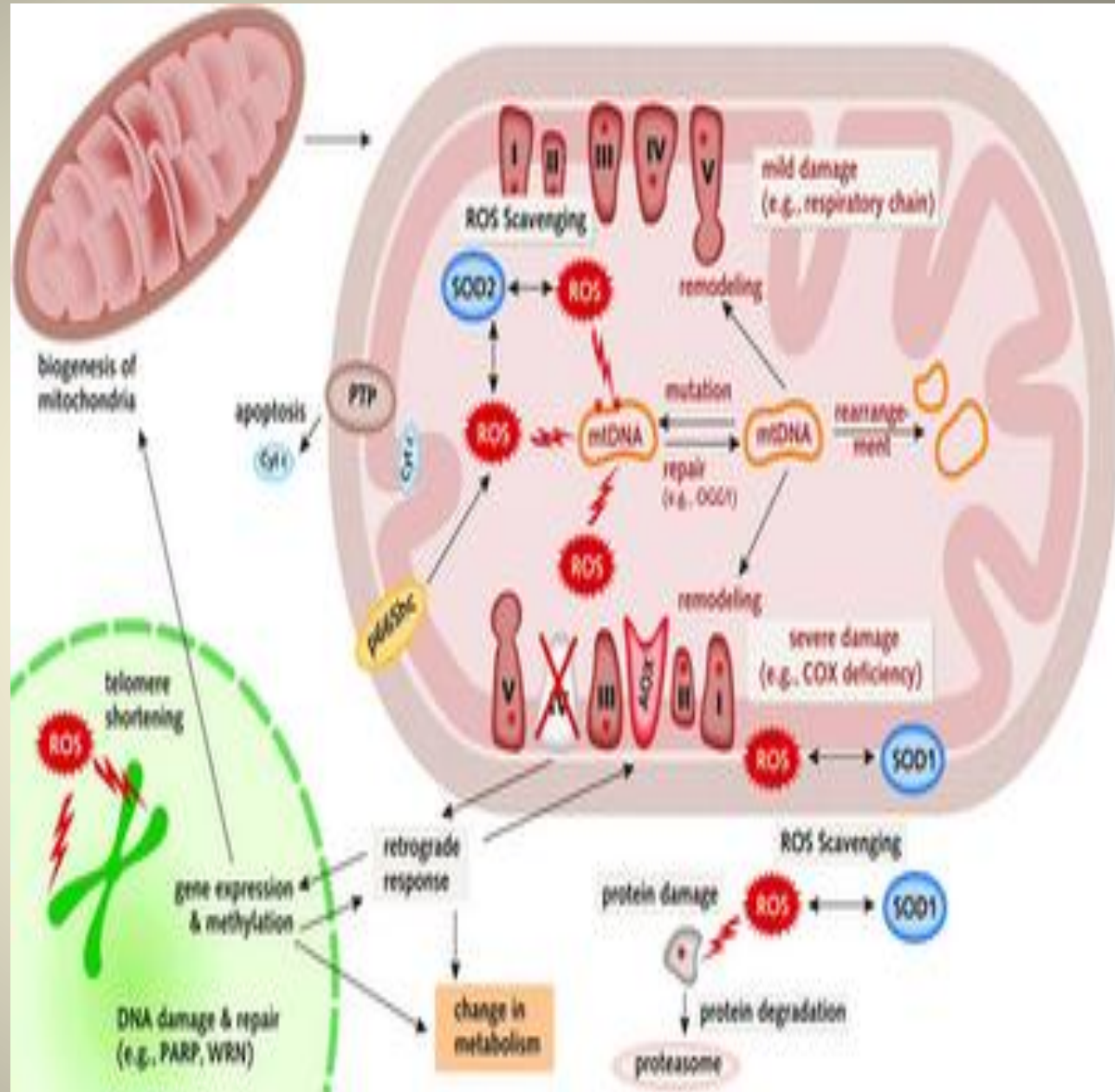
- La forma de los nanomateriales, su cristalinidad y la estructura anatómica puede influir en su respuesta tóxica.
- Nanoestructuras tipo varilla, tubo, aguja y cinta, al presentar una superficie muy elevada respecto a su volumen, podría perforar membranas, causando toxicidad.
- La fagocitosis de macrófagos se ve comprometida debido a la dificultad en la capacidad de la célula para eliminar toda la partícula de las vías respiratorias, el tracto gastrointestinal o el hígado.

Propiedades físico-químicas relacionadas con toxicidad

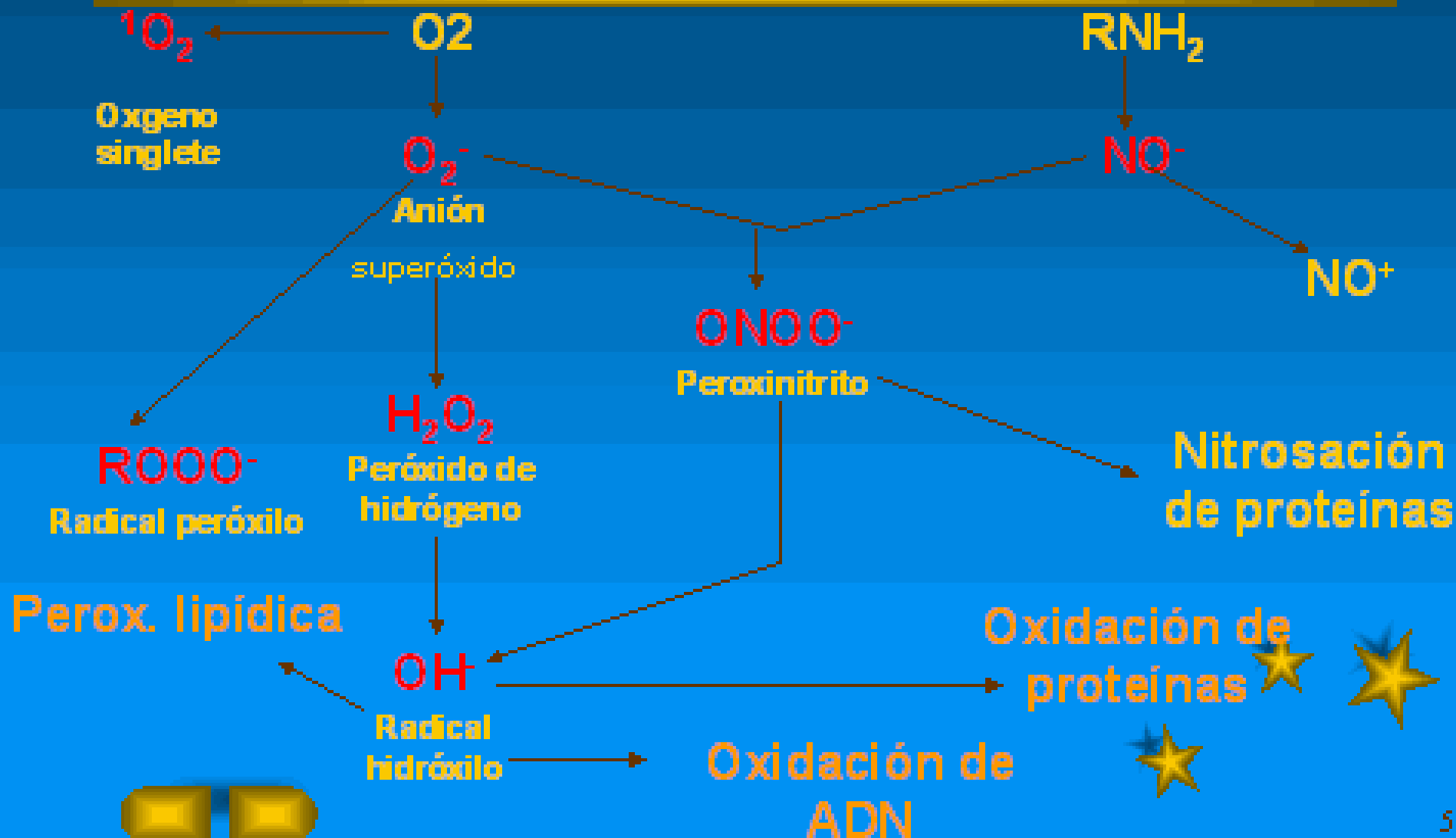
Actividad superficial

- Si la superficie del nanomaterial es altamente reactiva (incluyendo otros componentes, tales como metales de transición y revestimientos) en un ambiente acuoso, entonces su potencial de generar especies reactivas es muy alto
- Toxicidad de los nanomateriales está relacionada con su potencial de reaccionar con sus alrededores ambientales produciendo especies reactivas
 - Radicales hidroxilo
 - Aniones super oxidos
 - Lixiviados de metales pesados
 - Iones
- Incrementa la probabilidad de daño oxidativo a la célula (membranas, ADN)

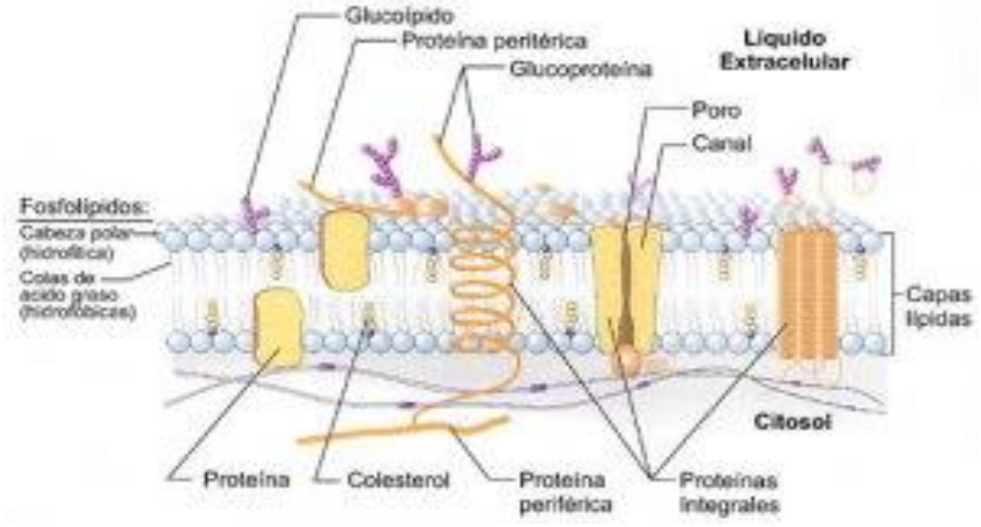
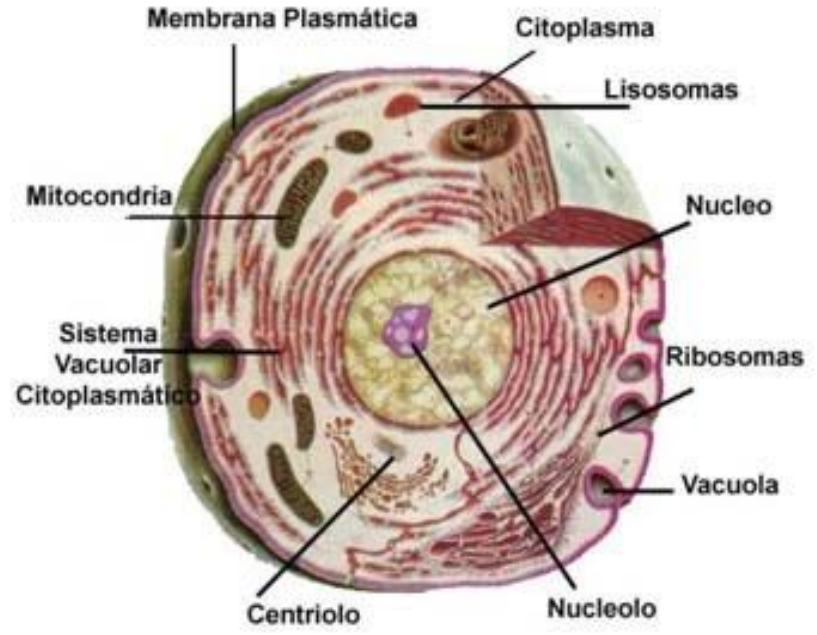
Las partículas entre mas pequeñas, más reactivas son y por lo tanto, más peligrosas



ESPECIES REACTIVAS

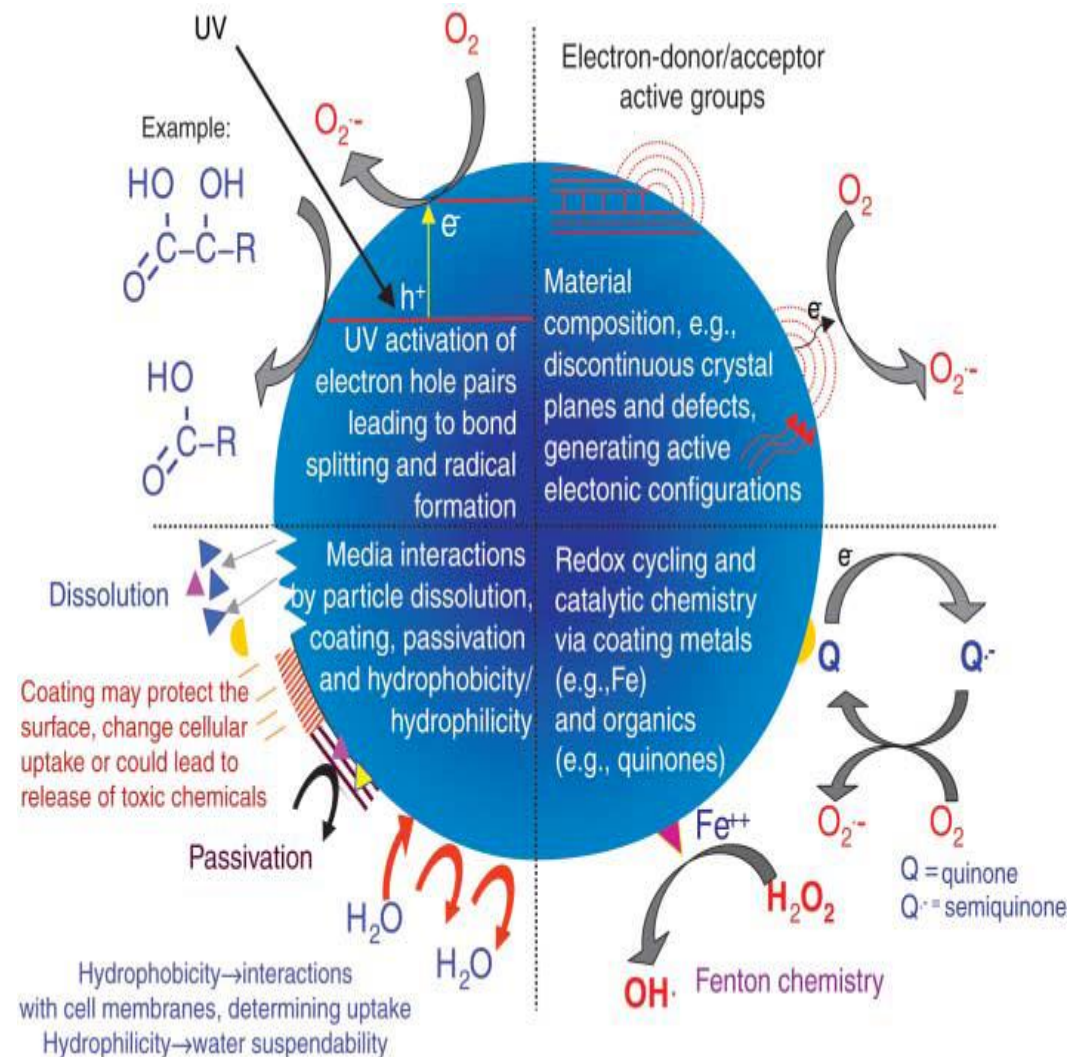


- Algunas nanopartículas pueden atravesar fácilmente la membrana celular y unirse de manera muy selectiva a las mitocondrias, pudiendo desde el punto de vista médico servir como liberadores muy eficientes de medicamentos.



Mecanismos por los cuales los nanomateriales interactúan con tejidos biológicos

La importancia de la composición de los materiales, estructura electrónica, especies depositadas en la superficie por ejemplo contenido metálico, cubierta de superficie (activo o pasivo), solubilidad, incluyendo la contribución de las especies superficiales y su interacción con factores ambientales, por ejemplo su activación con luz u.v.

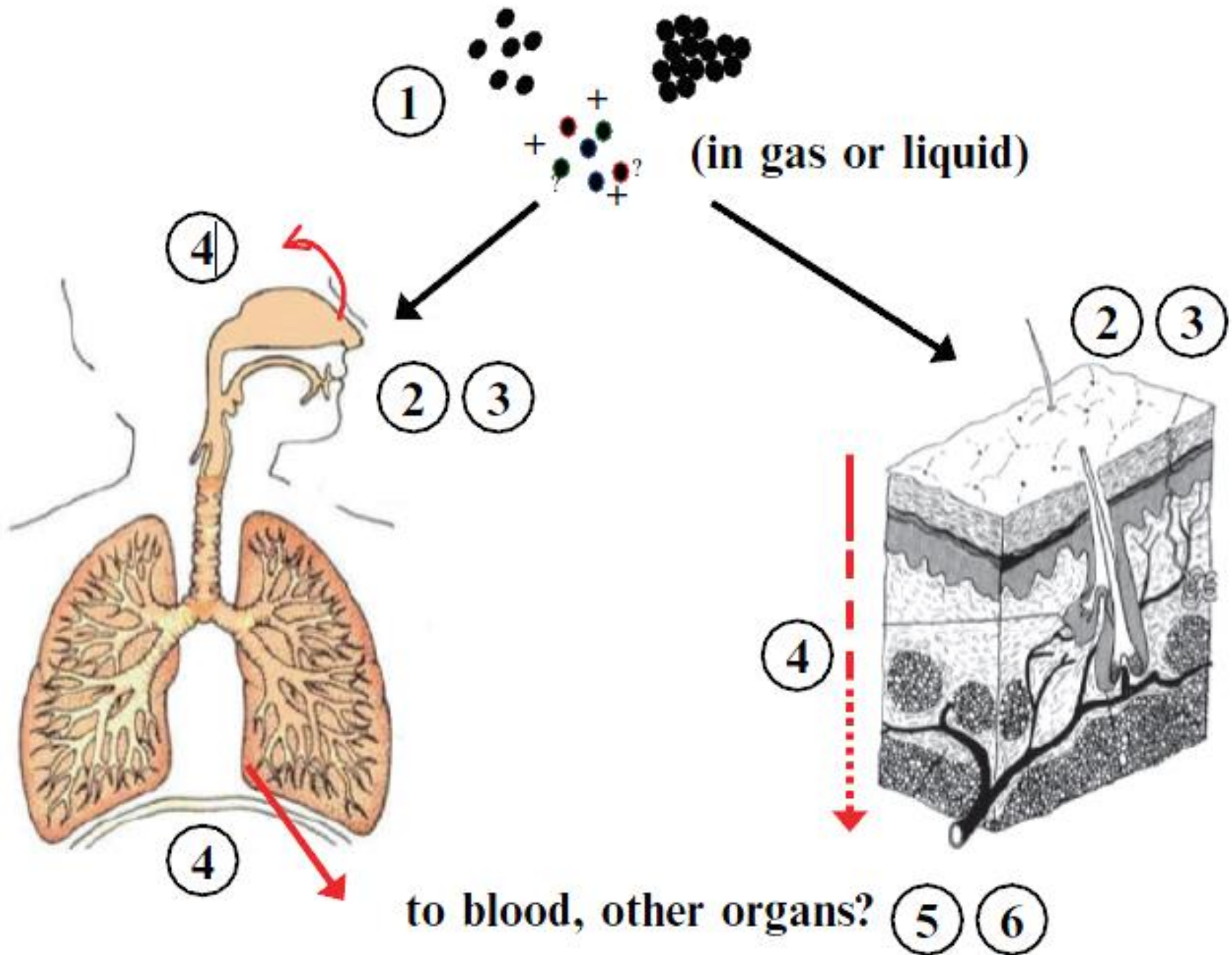


Comportamiento general

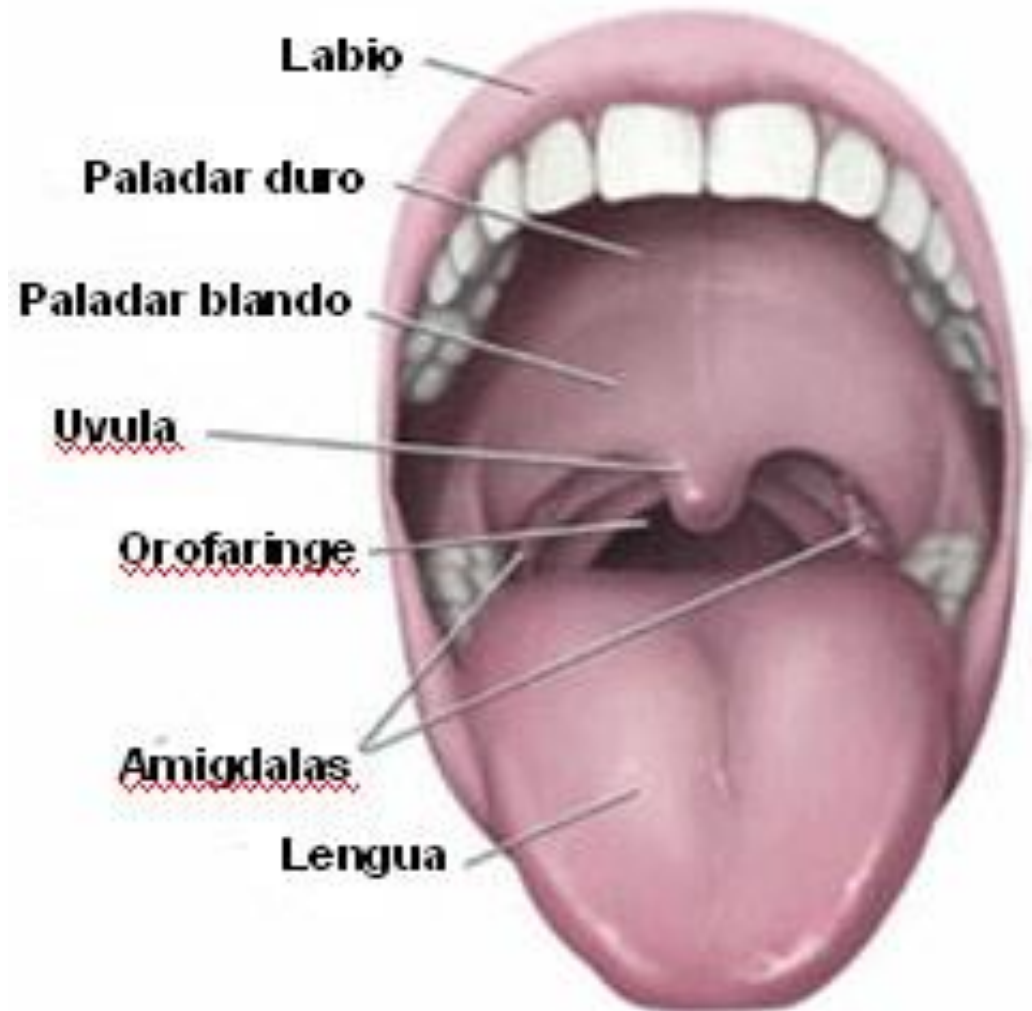
- Podría resumirse de la siguiente manera:


puede entrar al cuerpo a través de cuatro rutas principales:


- Cutánea,
 - Subcutánea,
 - **Inhalatoria**
 - **Oral**
- y la absorción puede ocurrir cuando los nanoestructuras en primera instancia interactúan con componentes biológicos como proteínas de transporte y células).






- El epitelio de la boca tiene alta capacidad para absorber sustancias químicas, incluyendo aquellas que poseen un efecto sistémico.
- Muchas sustancias penetran la mucosa por difusión simple, por sí mismas o en combinación con alguna molécula transportadora ("carrier") secretada en la saliva.





- 
- Una vez que entran en el cuerpo se pueden distribuir a los diversos órganos pudiendo ser modificados o metabolizado

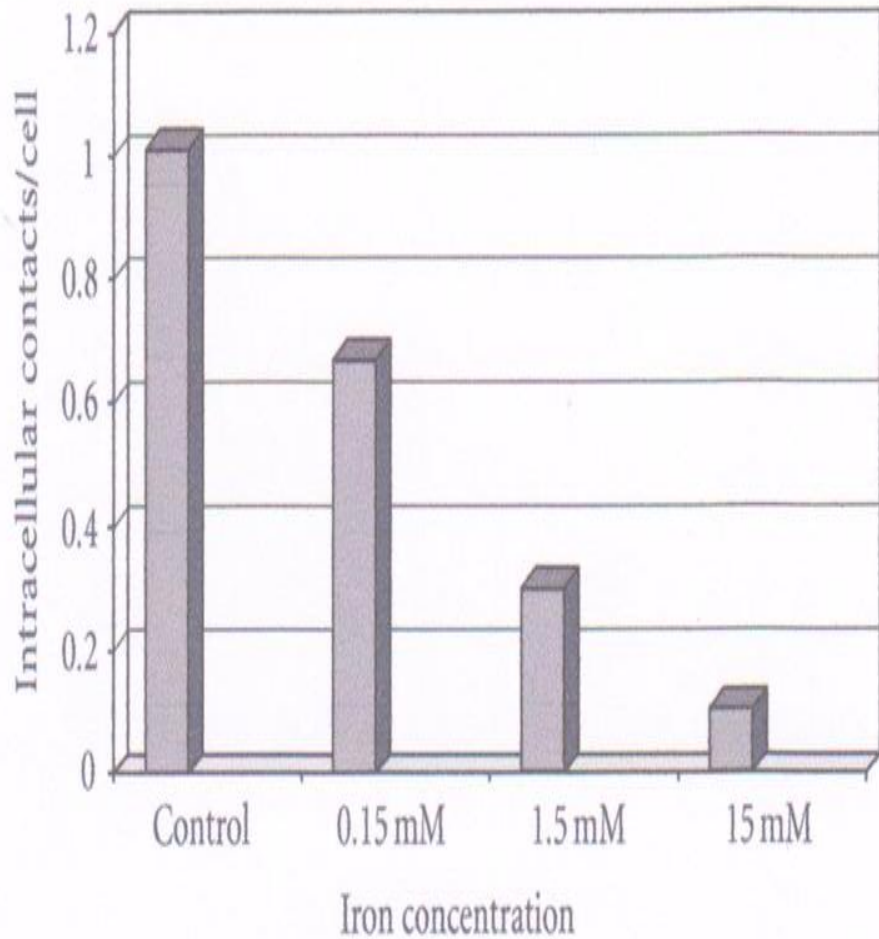
- 
- Mientras que el pequeño tamaño de las partículas es lo que hace la nanotecnología tan útil en la medicina, industria y ambiente, es también es uno de los principales factores que podrían hacer de ellas potencialmente peligrosas para la salud humana.
 - La nanotecnología es el único tipo de toxicidad debido a la modificación de la superficie.

- 
- La endocitosis el poder proinflamatorio, actividad prooxidante son grandemente dependientes de la superficie química de las nanopartículas.
 - El estrés oxidativo causado por los radicales libres generados por la interacción de las partículas con las células puede resultar en la muerte celular o problemas carcinogénicos.

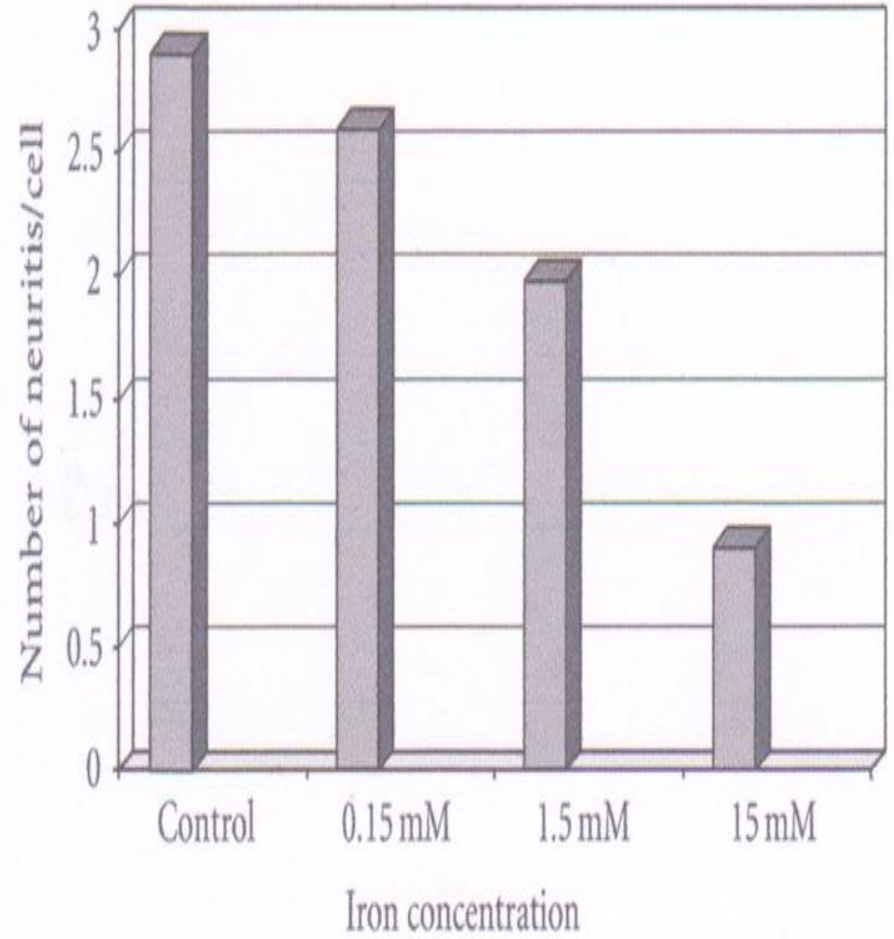
- 
- 
- Podrían modificar estructuras de proteínas y actuar de forma inmunogénica o autoinmune.
 - Podrían ser retenidas en los tejidos corporales activando actividades catalíticas
 - Se ha indicado que nanopartículas de oro tienen la capacidad de atravesar placenta de la madre al hijo.

- 
- Las nanoparticulas de plata tienen aprobación clínica en suturas y se logra un buen control de infección en las heridas, se ha demostrado biocompatibilidad dermica, no obstante también se ha demostrado que inhibe la polifерación de queratinositos y por lo tanto la morfología celular.

- 
- Se han hecho pruebas de toxicidad celular en nanomateriales: Ag, MoO₃, y Al, las nanopartículas de plata fueron las más tóxicas con manifestaciones como la reducción drástica de la función mitocondrial, aumento de la permeabilidad de la membrana, la necrosis, y la inducción de la apoptosis.



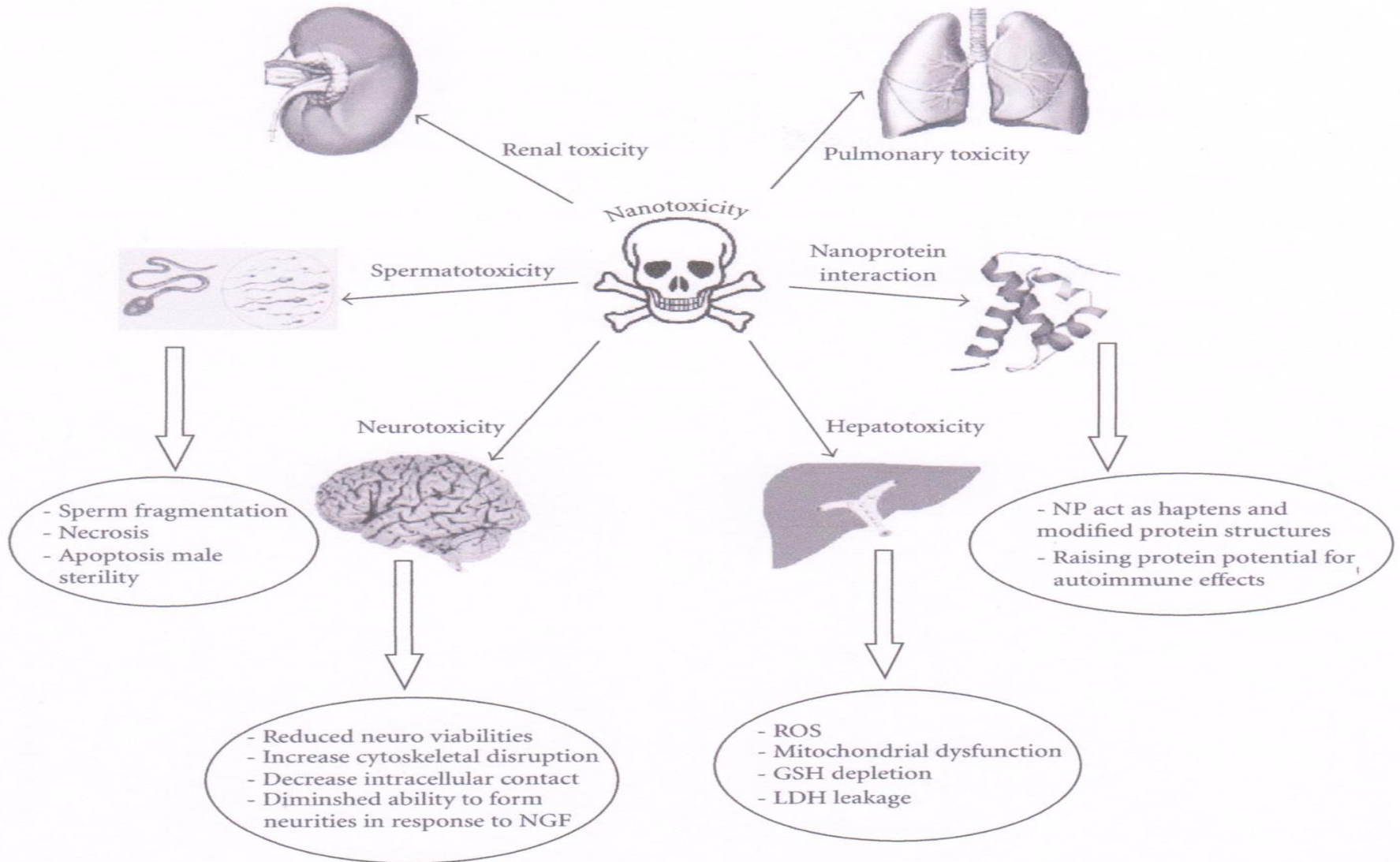
(a)



(b)

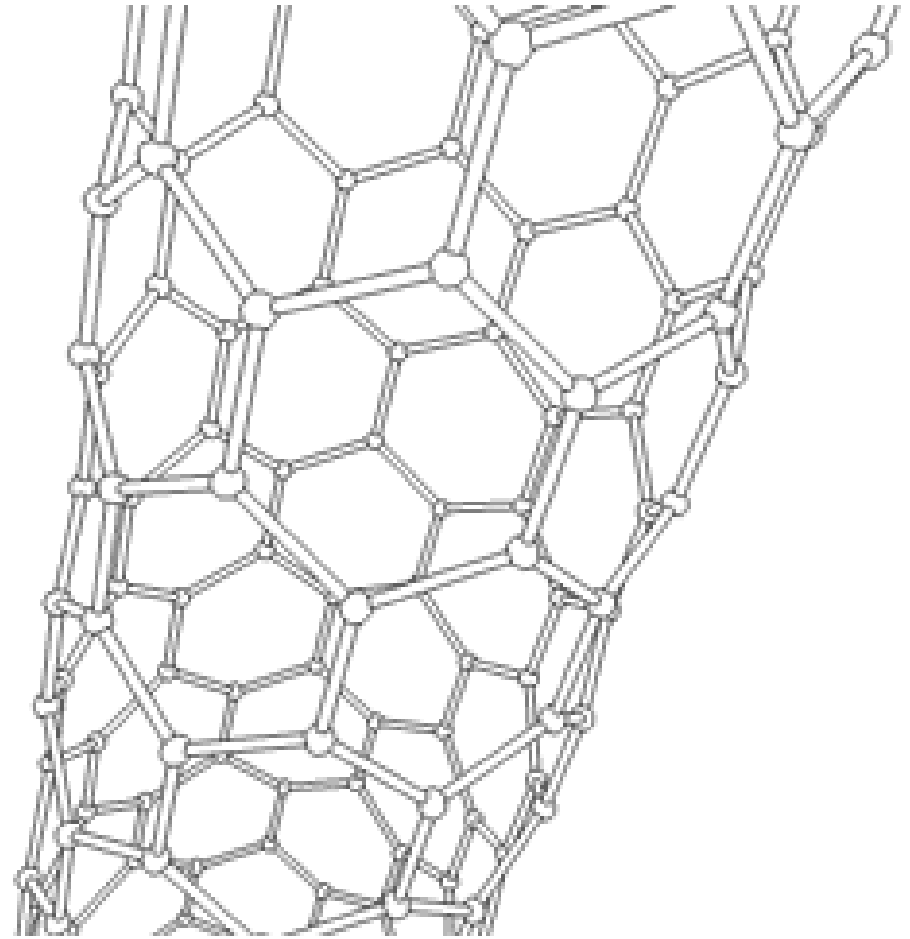
a) Numero de contactos intracelulares nerviosas tratadas

b) Formación de neuritis en células

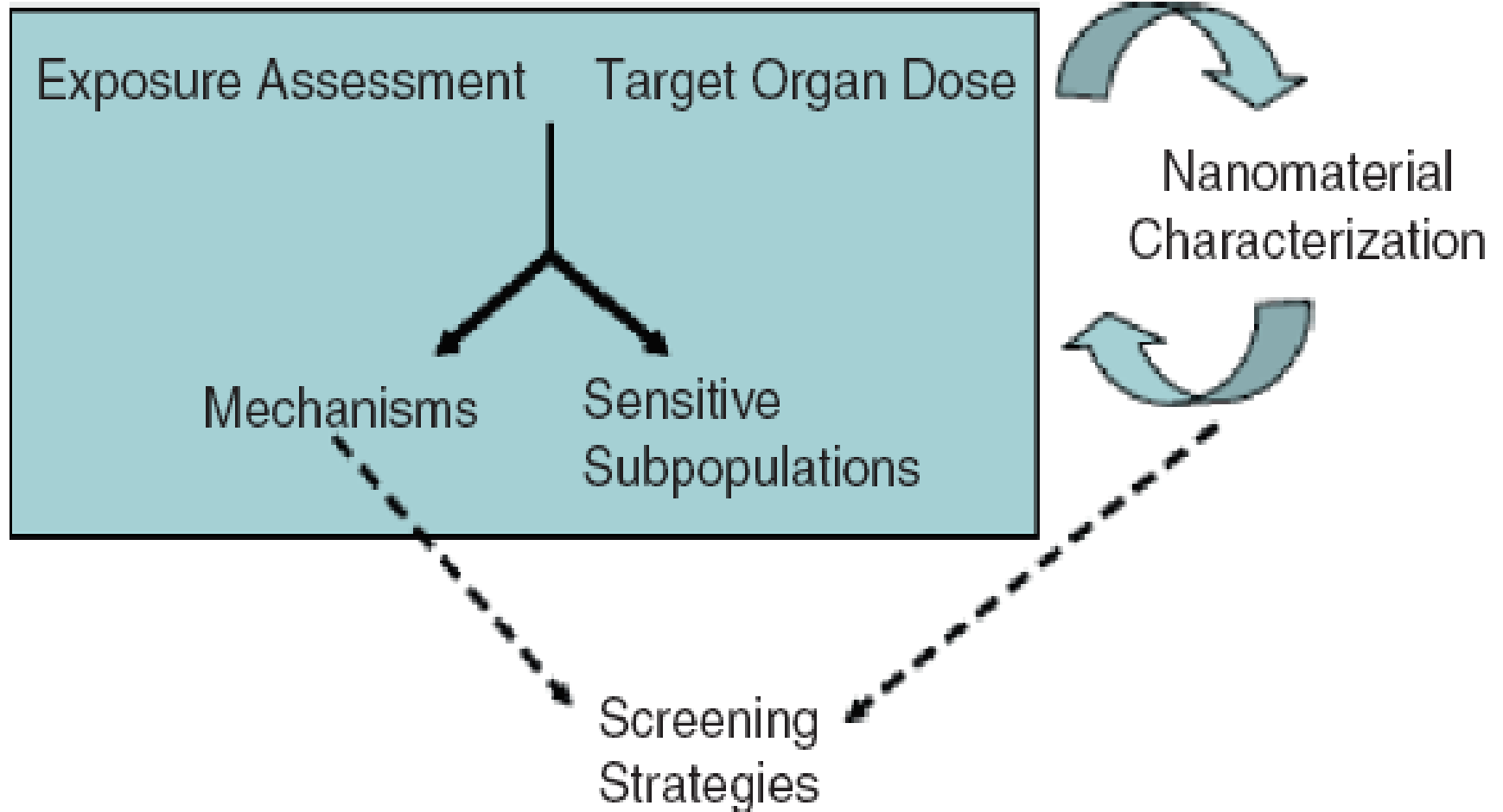


Efectos mas importantes provocados por nanopartículas

- Los nanotubos de carbono son fibras largas, delgadas e insolubles, todos ellos factores que contribuyen a la toxicidad originando daño oxidativo en las células.



Necesidades Urgentes



Investigaciones necesarias

Desarrollar instrumentos para evaluar la exposición de NM en aire y agua, a su vez aplicarlos a desarrollo de dispositivos específicos.

Validar métodos para evaluar la toxicidad de NM en matrices específicas.

Desarrollar modelos para predecir el potencial impacto de NM en el medio ambiente y en la salud humana educando a la población

Desarrollar sistemas robustos para evaluar la salud y el impacto ambiental de NM sobre su ciclo de vida.

Desarrollar programas estratégicos que generen regulaciones en uso, acceso y disposición segura de NM.



Muchas Gracias

- I. Linkov and J. Steevens (eds.). (2009). Human health risks of engineered nanomaterials: *Critical Knowledge Gaps in Nanomaterials Risk Assessment*. *Nanomaterials: Risks and Benefits*, 3 © Springer Science + Business Media B.V.
- El-Ansary and S. Al-Daihan. 2009. On the Toxicity of Therapeutically Used Nanoparticles:An Overview. *Journal of Toxicology*.