



# Vivir en una “nanocasa”: impactos sociales de las nanotecnologías

José Manuel de Cózar Escalante

Departamento de Historia y Filosofía de la  
Ciencia/Centro de Estudios Ecosociales

Universidad de La Laguna

[jcozar@ull.es](mailto:jcozar@ull.es)

*Curso Nanotecnologías: sociedad, salud y medio ambiente*

Madrid, UCM, 3-5 Marzo, 2008



## Una presentación convencional de los impactos sociales

- Areas: trabajo, sistemas productivos, salud y calidad de vida, instituciones sociales, relaciones interpersonales, privacidad, seguridad, etc.
- Tipos: compartidos con otras tecnologías, producto de la convergencia con otras tecnologías, específicos de la nanotecnología
- Escala temporal: corto, medio y largo plazo
- Discusión sobre el marco teórico y metodológico: análisis y gestión de riesgos, etc.



## La “nanocasa”





## La casa de cristal



Exhibición



Diseño (James Muir)

Sidney Olympic Park

19 Febrero - 30 Octubre 2005

[http://www.housesofthefuture.com.au/hof\\_houses06.html](http://www.housesofthefuture.com.au/hof_houses06.html)



## Objetivos

- Emplear la nanocasa como ejemplo para discutir algunas consecuencias sociales de ciertos desarrollos nanotecnológicos que permanecen más o menos invisibles para el público en general
- A primera vista esto puede resultar paradójico, porque una casa es algo claramente visible...
- Sintetizaré las principales características de la mayoría de las nanocasas tal y como han sido proyectadas (Consultar, por ejemplo, Green Technology Forum <http://www.greentechforum.net/greenbuild/> ).



## Materiales

- Aislamiento: cristal, revestimientos, aerogel\*, etc.
- Revestimientos: auto-limpiables, anti-manchas, descontaminantes, resistentes a las ralladuras, anti-niebla, anti-corrosión, anti-bacterianos, protección UV.
- Otros materiales: polímeros plásticos, nano-adhesivos, fibra óptica, nuevos materiales estructurales...

\* El **aerogel** es una sustancia similar al gel, en el cual el componente líquido es cambiado por un gas, obteniendo como resultado un sólido de muy baja densidad y altamente poroso, con ciertas propiedades muy sorprendentes, como su enorme capacidad de aislante térmico (wikipedia).



## Sensores

- Alarmas (intrusos, fugas de gas, detección de incendios, etc.)
- Para controlar las condiciones físicas dentro de la casa (temperatura, humedad, iluminación, flujo de aire, purificación del aire) y otras actividades (limpieza, estado y preparación de la comida, etc.)



## Otro equipamiento

- Producción y almacenamiento de energía (paneles solares optimizados nanotecnológicamente...)
- Sistemas de purificación del aire y del agua
- Electrodomésticos (aparatos tales como televisión, estéreo, electrodomésticos para la cocina, sistemas de comunicación, etc.)



## La “invisibilidad” de la nanotecnología. Origen

- La extraordinariamente pequeña escala en la que opera (nanoescala),
- La dificultad para comprender las teorías científicas en las que se basa,
- El énfasis de la ciencia moderna en la matematización (abstracción disociada del mundo cotidiano, modelización, “virtualización”) (Frodeman 2006),
- El escaso esfuerzo de comunicarse con el público por parte de muchos expertos,
- El secreto en algunas áreas de investigación (militar, seguridad nacional, sector privado),
- El abuso de una retórica “hiperbólica” a favor o en contra de la nanotecnología (Berube, 2006)
- La ausencia de productos “estrella” en el mercado,
- “Sonambulismo tecnológico”. La mayor parte del tiempo los ciudadanos son como sonámbulos inconscientes de la mediación tecnológica (Winner 1986),
- etc.



## Clarificaciones necesarias

- Algunos de los significados de la invisibilidad se relacionan más con unas aplicaciones nanotec que con otras
- La invisibilidad de lo nano es sin embargo más que una metáfora “oscura”.
- Clarificación conceptual: lo opuesto de lo visible es lo invisible; lo opuesto de lo transparente es lo opaco. Cuando se trata de expresar valores, esos conceptos son ambiguos
- Algo opaco tiene una superficie visible a través de la que somos incapaces de ver nada; aunque podemos “ver” el objeto opaco es difícil (si no imposible) comprender y controlar su funcionamiento interno (a menos que contemos con información adicional).
- Un objeto transparente es invisible (o casi invisible), pero empleamos el término “transparente” para expresar una apreciación positiva sobre un proceso político de toma de decisiones

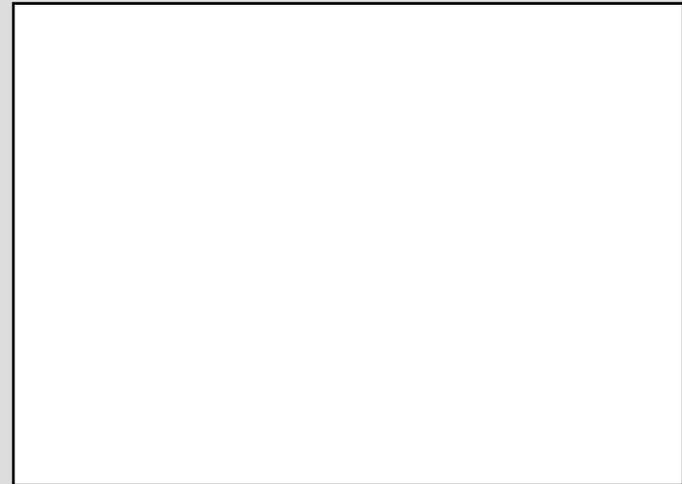


## Objetos opacos y transparentes

El reloj opaco



El objeto transparente



¿Lo ves?



## Lo que estamos buscando

- Visibilidad de lo que permanece debajo, y...  
... Transparencia de lo que está en la superficie.



- En otras palabras, la nanotec debe ser visible y transparente al mismo tiempo.



## Significados de *transparente*

	Uso común	TICs	Política	Epistemología
<b>Versus</b>	Opaco	Virtual (percibible)	Privado, secreto, no claro, turbio	Opaco
<b>Connotación</b>	Positivo (“claro como el agua”)	Neutral (algo que funciona pero que no es visible en el uso)	Positivo (algo visible)	Ambiguo (muestra* or esconde algo)

Un estado epistémico E es transparente para un sujeto S si y solo si cuando S se encuentra en el estado E, S puede saber que se encuentra en E (ej. el dolor)



## Haciéndose (literalmente) invisible

- Nanosensores en el suelo, el aire o incluso en el cuerpo humano empleados para detectar sustancias peligrosas, controlar las comunicaciones, o luchar contra enemigos internos y externos.
- Otros aparatos “invisibles”: aviones invisibles y sistemas informáticos que controlan las comunicaciones (no específicamente nanotec).
- Predicciones: artefactos nano extremadamente diminutos, indetectables y potentes.
- Invisibilidad directamente ligada al secreto.
- ¿Un traje invisible para los soldados?



## Un entorno invisible

- El principal problema de algunas tecnologías emergentes (tales como la inteligencia ambiental, la computación distribuida, los OMG y algunas clases de nanotecnología) es que ya no significan el dominio de la naturaleza sino que toman el carácter de la naturaleza en sí misma (Alfred Nordmann 2005).
- Estas tecnologías “naturalizadas” crean un entorno casi-natural en el que vivimos, a pesar de que no somos conscientes de cómo opera.
- Son transparentes en un sentido negativo: somos incapaces de percibir las con nuestros sentidos o con el intelecto. En términos éticos y políticos son, por tanto, opacas.



## ¿Qué es lo que anda mal con una tecnología invisible?

- Cuanto más opaca sea una tecnología, más difícil es controlarla democráticamente (ej. Usos civiles y militares de la energía nuclear, tecnologías de la información empleadas para la seguridad nacional).
- La invisibilidad en ocasiones es buscada deliberadamente por los promotores de la tecnología, ej. La oposición al trazado y etiquetado de los OMG en el mercado.
- Si la nanotec permanece en un plano invisible, el público puede reaccionar con hostilidad a unas aplicaciones que pueden tornarse visibles de maneras inapropiadas (ej. como efecto tóxico).
- Por otro lado, muchos críticos se quejan de que muchas nanotec se impongan sin un debate público y una toma de decisiones transparente, habida cuenta de que dichas aplicaciones se tornarán más pronto o más tarde altamente visibles en términos de consecuencias sociales (ej. cambios en la producción)



## Haciendo visible la nanotecnología

- Una paradoja: el hecho de que los desarrollos nanotec puedan incrementar la agencia técnica puede provocar una disminución no ética de la agencia individual y colectiva.
- El dominio democrático de esas nuevas tecnologías implica una comprensión adecuada de sus atributos funcionales más relevantes.
- A fin de obtener esa comprensión y control, las nanotec necesitan una adaptación cultural o representación social apropiada, la construcción de un “imaginario social” que no sea impuesto, sino basado en una participación y responsabilidad públicas activas.
- Hay muchas fórmulas para conseguir que las nanotec sean visibles en la esfera social (métodos de participación pública e investigación orientada a la comunidad).
- Otro enfoque: emplear cadenas representacionales que conectan la representación visual, epistemológica, política y social de las nanotec.



## La nanocasa como representación

- ¿Resultan visibles todos los aspectos de la tecnología empleada en la nanocasa cuando vemos el producto acabado?
- ¿Representa adecuadamente la nanocasa el modo en que la tecnología es usada en su diseño, construcción y funcionamiento?
- Beneficios, dificultades y dilemas éticos que pueden surgir durante el proceso de producción y el ciclo de vida de los nanomateriales (diseño, producción, transporte, almacenamiento, uso y tratamiento de los residuos).
- ¿Cuál es la calidad de las representaciones que ofrece la nanocasa?
- Tres maneras diferentes (pero interconectadas) de representación: 1. a través de los efectos macroscópicos, 2. por medio del “código técnico” inscrito en el diseño y 3. como una “demostración” de las posibilidades de la nanotecnología.



## Representación por medio de los efectos macroscópicos

- Es un elemento crucial en la percepción pública, comprensión y aceptación de la tecnología
- Efectos: invisibles pero “tangibles”.
- Ejemplos: pintura resistente al óxido, cristal que se ajusta a las condiciones lumínicas, nanosenores que controlan y regulan las condiciones físicas dentro de la casa, etc.
- Si bien algunos materiales y aparatos nano ya han sido incorporados en productos cotidianos, los consumidores no son conscientes de ello a menos que la compañía que los produce los destaque por razones de marketing.
- Desde un punto de vista democrático, es beneficioso el hecho de que las compañías estén dispuestas a revelar los componentes nanotec de sus productos.
- Sin embargo, pueden decidir no hacerlo.



## Mirando a través de la ventana



[www.innovationlab.dk](http://www.innovationlab.dk)

Cuando los propietarios de las nanocasas miren a través de sus ventanas, no verán el sistema invisible que regula la cantidad de luz que puede pasar a través del cristal.

Cuando el cristal se oscurece, cuando se hace opaco, oculta literal y metafóricamente el entorno que rodea la casa.



## Representando a través de “guiones” (“scripts”)

- La nanocasa representa a la nanotecnología a través del “guión” (teoría del actor-red) o del “código técnico” (Feenberg) inscrito en su diseño.
- Este guión actúa como la visión (escenario) que impulsa a la tecnología. Define el problema a resolver, lo circunscribe, asigna roles y relaciones entre objetos y personas, establece la configuración de la red tecnológica.
- Distribuye la agencia entre los distintos actores involucrados.
- El código técnico establece las especificaciones técnicas de la tecnología. Proporciona la definición básica de un objeto o sistema tecnológico. Las características son especificadas de manera que reflejan los valores sociales en juego, el “significado social” tal y como es asumido por los promotores de la tecnología.



## Cómo se hace visible el código técnico

- El guión/código técnico usualmente es visible solo en unos pocos manuales, en la literatura técnica o en las declaraciones realizadas por sus creadores.
- Permanece “invisible” para la mayoría de las personas, porque los valores que incorpora están enraizados culturalmente o porque (por diferentes razones) no constituye un tema de discusión.
- Puede tornarse altamente visible a través de la controversia, ya sea técnica, política, social... (ej. crisis del petróleo)
- La nanocasa puede desempeñar un papel significativo como la manifestación de lo que cualquier casa debería ser en el futuro, como un “prototipo” (una especie de ejemplar kuhniano) para un desarrollo posterior en ese campo (pauta a seguir).



## Definición del objetivo

- Obtener un nivel adecuado de comodidad y protección para los usuarios y de sostenibilidad a través de medios exclusivamente tecnológicos.
- El confort es definido en términos de los estándares occidentales.
- La sostenibilidad se entiende básicamente en términos de eficiencia energética.
- Se descartan vías más “naturales” o tradicionales de obtener comodidad y sostenibilidad; por ejemplo, diseños bioclimáticos inspirados en la tradición popular de construcción de viviendas.
- No se consideran en profundidad ni el entorno más amplio donde la casa se construye ni las repercusiones de la producción de materiales y equipamiento necesarios para la construcción (ciclo de vida)



## Distribución de la agencia

- Se asigna un papel activo y “amigable” a los nanodispositivos (ellos se ocupan de todo).
- Los usuarios tienen un papel “pasivo” como beneficiarios del sistema tecnológico.
- El entorno natural aparece como una fuente de recursos (ej. luz solar transformada en energía) o como un agente hostil del que los habitantes de la casa deben ser protegidos.



## Significado o interpretación que se transmite

- Gracias a la nanotecnología podemos vivir igual o mejor que lo hacíamos en el pasado o que lo hacemos en el presente.
- Dejando a los expertos que resuelvan los problemas, podemos continuar siendo usuarios despreocupados, sin cambiar nuestros hábitos o ejercer un control consciente sobre nuestro entorno.
- “La nanotecnología puede resolver todos nuestros problemas”, incluidos los que ella misma pueda generar.
- La nanocasa es la mejor manera de obtener alojamiento sostenible.



## Representación “demostrativa”

- Valor demostrativo de la nanocasa en relación al potencial de las aplicaciones nanotecnológicas para construir “viviendas inteligentes”.
- Esta función puede cumplirse directamente, permitiendo que las personas “experimenten” lo que sería vivir en una casa que emplea nanotec, o indirectamente, a través de la cobertura de los medios de comunicación:
  - ilustraciones, fotos, vídeos,
  - artículos divulgativos,
  - programas de televisión,
  - etc.



## Algunos titulares

“La nanocasa lleva la nanotecnología al hogar”

(<http://www.csiro.au/files/mediarelease/mr2003/Prnanohouse.htm>)

“Gran tecnología está empequeñeciendo nuestro mundo”

([www.infolink.com.au/articles/AB/0C03C0AB.aspx](http://www.infolink.com.au/articles/AB/0C03C0AB.aspx))

“La casa inteligente”

([www.innovationlab.dk/sw19071.asp?usepf=true](http://www.innovationlab.dk/sw19071.asp?usepf=true))



## Representación epistemológica y política

- Las diferentes maneras mediante las cuales la nanocasa actúa de representación tienen algo en común: la casa actúa como una especie de mediador o representante entre el público y sus promotores.
- Los científicos, ingenieros (y en este caso, arquitectos) representan las nanopartículas y las nanoestructuras en el plano humano. Entran la esfera política dotadas de un poder epistemológico y técnico que es transformado en un poder político, en agencia, en la capacidad de llevar a cabo acciones.
- Las redes representacionales se extienden desde el laboratorio a la esfera social en una dinámica “auto-vindicativa” (Hacking 1983) mediante la cual las representaciones epistemológicas y políticas se refuerzan mutuamente.
- Las redes de actores humanos y no humanos aspiran a controlar todas las facetas de la representación a través de cadenas de traducciones/mediaciones (Latour 2005).



## Imaginario transmitido: los nanomateriales son “inteligentes”, los naturales “tontos”

•“Smart materials have almost endless potential – they can change in response to their surroundings in ways that **natural (dumb materials)** don’t. Some materials could have tiny computers embedded in them which can send signals - like tyres that tell your car when the tread is wearing unevenly, or paint that alerts your house of a gas leak or an electrical fault. Really smart materials could change colour on command, or generate electricity during the day and make it available at night. Imagine coatings that refuse to become dirty, and heal themselves when damaged!”

•(Houses of the future website,

•[http://www.housesofthefuture.com.au/hof\\_houses06.html](http://www.housesofthefuture.com.au/hof_houses06.html) )



## ¿Qué representación de la nanocasa?

- Fomentar un imaginario basado en el control técnico y la eficiencia energética,
- Omitir aspectos menos agradables de un sistema tecnológico en un mundo global (ej. La distribución asimétrica de costes y beneficios).

O bien:

- A la hora de hacer nuestra una tecnología e integrarla de manera armoniosa en nuestras vidas primero debemos usarla (en fases iniciales, con “proyectos piloto”) para comprenderla, asimilarla y elaborar un imaginario coherente y rico.
- En otras palabras, se requiere una “apropiación simbólica” o “cultural” (Andrew Jamison).



## Tipos de representación

← Apropiación simbólica →

**Visual Epistemológica-Técnica**

**Social**

**Política**

← Imposición

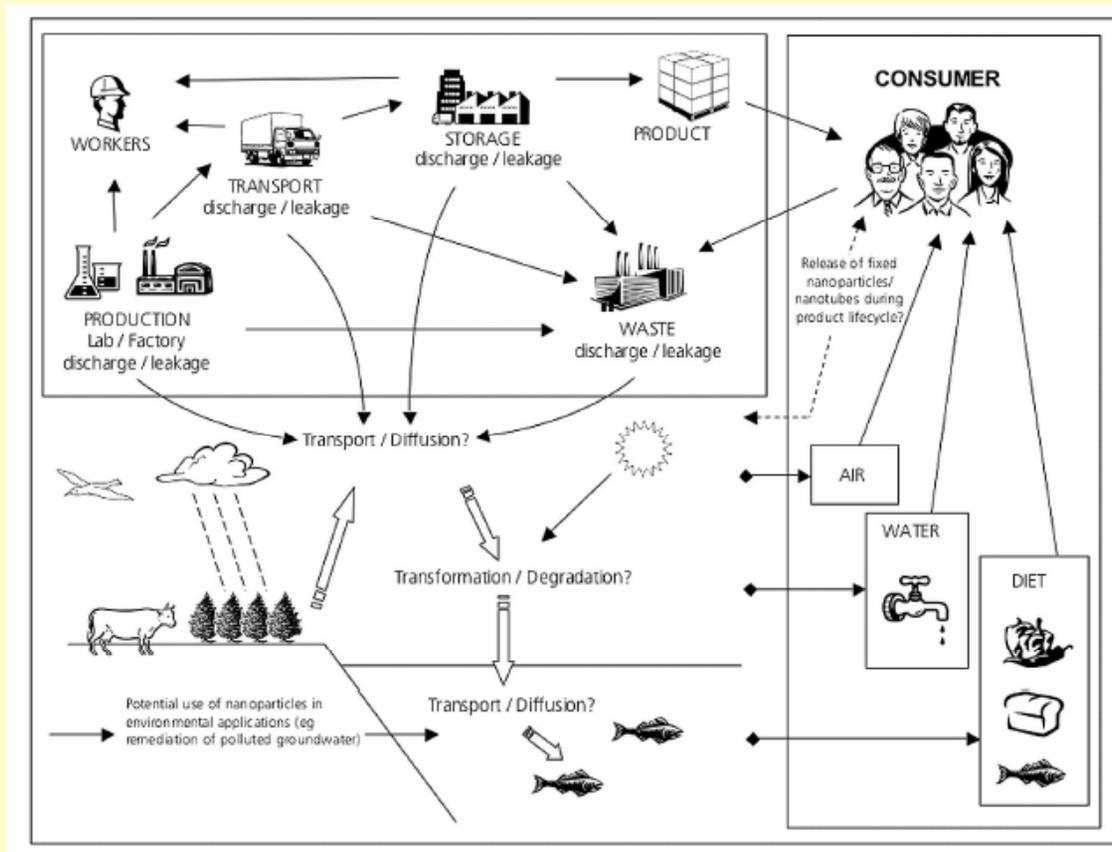


## Representación “alternativa”

- Los ciudadanos necesitan tener acceso al código técnico para decidir si se trata de una solución apropiada que contribuya a una edificación sostenible.
- Este proceso tiene que ver con la calidad epistemológica y política de las representaciones.
- Epistemológicamente, las cadenas de representaciones que conectan la investigación de laboratorio con el diseño de los componentes de la nanocasa deben hacerse explícitas, ser claramente comunicadas y debatidas.
- En el plano político, los ciudadanos deben tener acceso a una representación apropiada para la toma de decisiones.
- El código técnico traslada las decisiones políticas a constricciones técnicas y epistemológicas. Este movimiento de traducción debe ser hecho visible, es decir, debe ser desenmascarado, expuesto y criticado (Feenberg 1999).



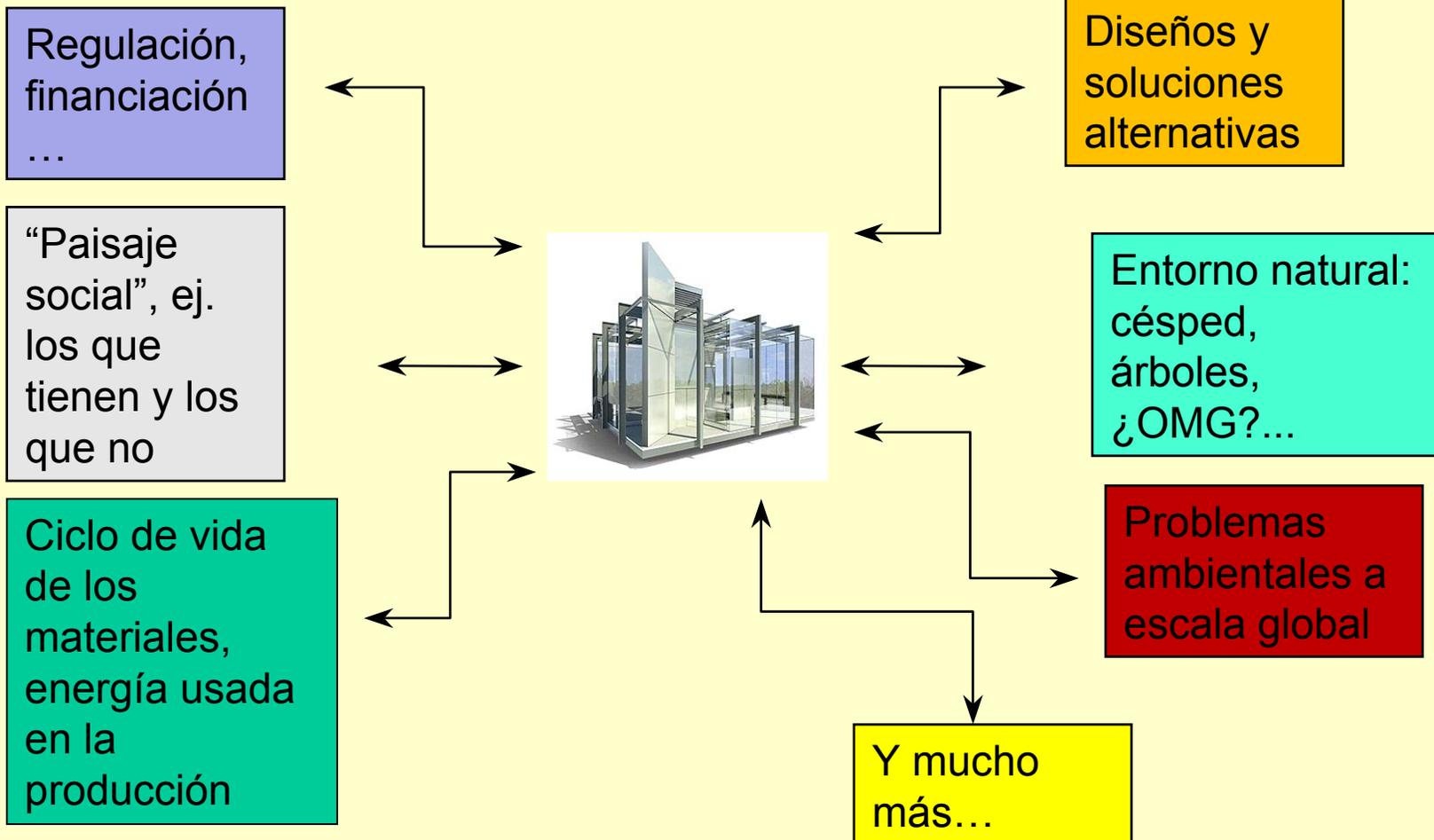
## Una vista más amplia (ciclo de vida)



Possible exposure routes for nanoparticles based on current and potential future applications (adopted from Klöpffer, Walter et al. 2007, Nanotechnology and Life Cycle Assessment. Synthesis of Results Obtained at a Workshop Washington, DC 2–3 October 2006, Woodrow Wilson International Center for Scholars).



## Si continuamos ampliando el foco... (el entorno de la nanocasa)





## Algunos temas para debatir

- Los riesgos potenciales para el medio ambiente y para los seres humanos que pueden surgir durante el ciclo de vida de una nanotecnología de construcción de viviendas, tales como la toxicidad y la ecotoxicidad.
- Si la nanotec puede ser una solución universal para los problemas ambientales (las lagunas en los niveles teóricos y aplicados de una nanotec orientada a la sostenibilidad).
- Los amplios problemas ambientales, sociales, económicos y éticos de construir nanocasas a gran escala.
- Si pueden promoverse cambios sustanciales (junto con soluciones técnicas adecuadas) en las actitudes hacia el consumo, soluciones tradicionales para la vivienda, la distribución de costes y beneficios a escala global, el respeto por la naturaleza, etc.



## Buscando la transparencia

“Principio V. Transparencia. La evaluación y control de los nanomateriales requiere mecanismos que aseguren la transparencia, incluido el etiquetado de los productos de consumo que contienen nanomateriales, promover en el trabajo leyes de “derecho a saber” y medidas protectoras, y desarrollar un inventario, públicamente accesible, de información referente a la salud y la seguridad.”

Varios firmantes, Declaración, *Principles for the Oversight of Nanotechnologies and Nanomaterials*, 2007.



## Conclusión

- En un entorno donde los organismos modificados genéticamente están alterando de manera invisible los sistemas naturales, donde el 90 por ciento de las especies existentes son invisibles al ojo humano y tanto más fácilmente pueden extinguirse debido a las actividades humanas, es crucial no promover la invisibilidad o el “oscurantismo”. sea técnico o de otro tipo.
- Más cursos como el presente son necesarios, junto a muchas otras posibilidades de difusión y participación en cuestiones nanotecnológicas



## ¿Todavía sonámbulo?

Evitemos convertirnos  
en sonámbulos  
tecnológicos en nuestra  
propia nanocasa

(¡Muchas gracias!)





## Referencias

- Akrich, Madeleine, 1992 “The De-Description of Technical Objects”, in Bijker, Wiebe y Law, John (ed.) *Shaping Technology, Building Society* Cambridge (Massachusetts): The MIT Press
- Berube, D.M. 2006, *Nano-hype. The Truth Behind the Nanotechnology Buzz*, Prometheus Books, New York.
- de Cózar Escalante, J.M. 2006, “Representation as a matter of agency: a reflection on nanotechnological innovations”, *Proceedings of the Conference Participatory Approaches in Science & Technology (PATH)*, 4-7 June, Edinburg.
- de Cózar Escalante, J.M., “Nanotechnologies: environment and human nature at risk?”, in *Bioethics, global and societal aspects*, European Association of Global Bioethics, forthcoming.
- Dupuy, Jean-Pierre 2005, “The Philosophical Foundations of Nanoethics. Arguments for a method”, Paper presented at the NanoEthics Conference, University of South Carolina, Columbia, SC, March 2-5.
- Feenberg, Andrew 1999, *Questioning Technology*, Routledge.
- Frodeman, Robert 2006, “Nanotechnology: The Visible and the Invisible”, *Science as Culture* vol. 15, n. 4, 383-389.
- Hacking, Ian 1983, *Representing and intervening: introductory topics in the philosophy of natural science*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Jamison, A. 2006, “Hubris or Hybrids? On the Cultural Assessment of Nanotechnology” *Easst Review*, Volume 25(3) September <http://www.easst.net/review/oct2006/jamison>.



## Referencias

- Klöpffer, Walter et al. 2007, Nanotechnology and Life Cycle Assessment. Synthesis of Results Obtained at a Workshop Washington, DC 2–3 October 2006, Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Latour, B. 2005, Reassembling the social. An Introduction to Actor-Network-Theory, Oxford University Press.
- Nordmann, Alfred 2005, “Noumenal Technology: Reflections on the Incredible Tininess of Nano”, *Techné: Research in Philosophy and Technology*, Spring , vol. 8, N. 3.
- Nordmann, Alfred 2008, “Technology Naturalized”, in P. E. Vermaas et al. (eds.), *Philosophy and Design*, forthcoming.
- Rickerby, David and Mark Morrison 2007, Report from the Workshop on
- Nanotechnologies for Environmental Remediation, JRC Ispra 16-17 April.
- [http://www.nanoforum.org/dateien/temp/NANOFORUM\\_Report\\_Remediation\\_Workshop%20final.pdf?22102007120709](http://www.nanoforum.org/dateien/temp/NANOFORUM_Report_Remediation_Workshop%20final.pdf?22102007120709)
- Winner, Landong 1986, *The Whale and the Reactor: A Search for Limits in an Age of High Technology*. Chicago: University of Chicago Press.