

Nanoalimentos

El aislamiento del consumidor

Nanofoodstuffs

The isolation of the consumer

RESUMEN

Una revolución tecnológica está en marcha: las nanotecnologías. Éstas son vistas como la esperanza salvadora del hambre en el mundo. Prometen revolucionar la producción de alimentos aumentando los rendimientos agrícolas; su procesamiento, mediante técnicas que incrementen las cualidades nutritivas y el sabor; el empaque y la distribución, prolongando la durabilidad. Asimismo plantean la incorporación, a los alimentos, de suplementos nutritivos que van directamente a las células, tejidos y órganos que los necesitan. La panacea de resolver técnicamente viejos problemas socioeconómicos revive con las nanotecnologías. En este artículo argumentamos que las nanotecnologías favorecen y profundizan la tendencia al aislamiento del consumidor frente a las corporaciones productoras de alimentos y de insumos para la agricultura. Por aislamiento del consumidor entendemos la tendencia a satisfacer las necesidades de éste de manera individualizada, distanciándose de los resultados homogéneos que son y han sido la base de cualquier asociación política, tanto de trabajadores como de consumidores. En la medida en que el tratamiento y la satisfacción de las necesidades se individualizan, las posibilidades

de reclamos organizados se hacen más abstractas y difíciles. De esta manera la tecnología conlleva, condiciones que refuerzan las relaciones de mercado capitalistas.

Palabras clave: nanotecnología, aislamiento del consumidor, crisis alimentaria, personalización del consumo.

ABSTRACT

One technological revolution is already underway: nanotechnologies. They are seen as the hope to save the world from hunger: the promise to revolutionize and boost the production of foodstuffs and agricultural outputs; the processing of food through techniques that increase nutritional qualities and flavor; packaging and distribution that prolongs shelf life; and incorporating nutritional supplements that target the cells, tissues and organs needing them. The panacea of resolving ancient socio-economic problems technically is revived with nanotechnologies. In this article, we argue that nanotechnologies favor and increase the consumer's isolation vis-à-vis the corporations producing the foodstuffs and agricultural inputs. By *isolation*, we understand the tendency to satisfy consumer needs individually, distanc-

* Investigador de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (ReLANS), Universidad Autónoma de Zacatecas, México, edzlau@yahoo.com

** Profesor-investigador en el Doctorado en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas, México, fola@estudiosdeldesarrollo.net

ing them from the patterned results that have been the basis of any political association, be it of workers or of consumer groups. To the degree that the treatment and satisfaction of needs are individualized, the possibilities for organized complaints become more abstract and difficult. Therefore, technology is accom-

panied by conditions reinforcing capitalist market relationships.

Key words: nanotechnologies, food crisis, Isolation of the consumer, personalization of consumption.

INTRODUCCIÓN

Durante el periodo 2007-2008, varias revueltas sociales ocurrieron en más de 60 países del mundo como resultado del incremento de los precios de los alimentos (Stratton, 2008). A mediados de 2008, los precios comenzaron a declinar y esto siguió ocurriendo hasta fin de año; también lo hizo el petróleo, que es directa e indirectamente un insumo básico en la agricultura. Junto con la caída de los precios de los alimentos y del petróleo hubo una excelente cosecha, de manera que 2009 comenzó con excedente alimenticio y agrícola en general y precios en descenso. Sin embargo, y contra lo previsto, después del primer trimestre de 2009, los precios de los alimentos volvieron a subir; tal vez porque el etanol ya compite con el petróleo, tal vez por el incremento de las compras gubernamentales de alimentos para compensar las hambrunas, o por otros motivos (*The Economist*, 2009).

56 Paralelamente a estas alzas en los precios de los alimentos y al incremento del hambre en el mundo, una inmensa revolución tecnológica está en marcha, la de las nanotecnologías. Y, como ocurre cuando aparecen nuevas tecnologías, éstas son vistas por muchos como la esperanza salvadora; en este caso, del hambre en el mundo. Las nanotecnologías prometen revolucionar la producción de alimentos aumentando los rendimientos agrícolas; su procesamiento, mediante técnicas que incrementen las cualidades nutritivas y el sabor; el empaque y la distribución, prolongando la durabilidad. Asimismo, plantean la incorporación, a los alimentos, de suplementos nutritivos que vayan directamente a las células y tejidos y órganos que los necesiten. La aplicación de las nanotecnologías no devendría sólo en una cuestión de aumento de rendimientos agrícolas, sino de conversión de los alimentos en medicinas que incorporen las proteínas, vitaminas e inclusive los fármacos que combatan determinadas enfermedades o la desnutrición. La panacea de resolver técnicamente viejos problemas socioeconómicos revive ahora con las nanotecnologías.

Algunos trabajos pioneros en la relación entre nanotecnologías y alimentación argumentaron que los problemas sociales y económicos no derivan de la escasez o atraso tecnológico, sino de las relaciones sociales de producción (ETC, 2004; Scrinis y Lyons, 2007; Miller y Senjen, 2008), y mostraron la creciente dependencia de los productores y consumidores respecto de las corporaciones productoras de insumos agrícolas y alimentos procesados que esta nueva revolución industrial implica. Estos escritos cambiaron el foco de la discusión. De una visión técnica, en la cual la mayor productividad implica mecánicamente una mejora en la distribución y consumo de alimentos, a una visión socioeconómica y política, donde la tecnología es dependiente de las relaciones sociales.

En este artículo coincidimos en que la tecnología es gobernada por las relaciones sociales. Sin embargo, queremos llamar la atención sobre un aspecto no considerado anteriormente. Argumentamos que, en el caso que nos ocupa de las nanotecnologías, éstas favorecen y profundizan la tendencia al aislamiento del consumidor frente a las corporaciones productoras de alimentos y de insumos para la agricultura. Por aislamiento del consumidor entendemos la tendencia a satisfacer las necesidades de éste de manera individualizada, distanciándose de los resultados homogéneos que son y han sido la base de cualquier asociación política, tanto de trabajadores como de consumidores. En la medida en que el tratamiento y la satisfacción de las necesidades se individualizan, las posibilidades de reclamos organizados se hacen más abstractas y difíciles. De esta manera la tecnología conlleva condiciones que refuerzan las relaciones de mercado capitalistas.

57

LA CRISIS ALIMENTARIA MUNDIAL Y LAS NANOTECNOLOGÍAS AL RESCATE

Los analistas de la crisis alimentaria mundial adjudican varios y combinados factores al incremento de los precios agrícolas a partir de 2007-2008. Uno de ellos es el alza del precio del petróleo entre 2005 y 2007 y su consecuente impacto sobre los precios de los insumos, como el diesel, los fertilizantes y la maquinaria (Zubrin y Luft, 2008). Otra causa importante tiene que ver con la especulación financiera de los precios de las materias primas y productos agrícolas, lo que ha inflado los precios y creado un “super ciclo del precio de *commodities*” (Steinberg, 2008). También se argumenta que el uso del maíz como biocombustible y el aumento de la demanda en China e India tuvieron

su papel en el aumento de los precios de los alimentos; así como los subsidios de los países exportadores e industrializados como los Estados Unidos de América (EUA) y algunos miembros de la Unión Europea (UE); finalmente, las malas cosechas obtenidas en algunas regiones por desastres naturales y la creciente contaminación (Kazmin y Lynch, 2008; Bradsher, 2008).

La combinación de causas se tradujo en un incremento constante de los alimentos, pero, particularmente, de granos básicos como el arroz, el trigo y el maíz. Se estima que a partir del repunte y hasta la cúspide de la crisis financiera en Estados Unidos, desde 2006 y hasta 2008, el precio del arroz se incrementó 217%, el trigo 136% y el maíz 125% (Steinberg, 2008). A partir de 2007, la tensión causada por el alza de precios en los alimentos provocó diversas revueltas sociales en varios países del mundo. Como resultado de lo anterior, el 28 de abril de 2008, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través de su Secretaría General, creó una oficina especial de coordinación para aliviar los efectos de la crisis alimentaria (UN-SG, s/f). Al mismo tiempo, el Programa Mundial de Alimentos (PMA) de la ONU anunció un paquete de emergencia por 1 200 millones de dólares para brindar asistencia a más de 60 países afectados por esta crisis (UN, s/f).

De manera paralela se han sugerido medidas que conlleven incrementar la producción agrícola, esperando que el aumento de la oferta haga que los precios se estabilicen. Estas medidas sugieren el uso de alternativas tecnológicas para resolver el problema. Una de estas alternativas es la nanotecnología.

58 La nanotecnología se expone como la plataforma de la próxima revolución industrial, debido a que se caracteriza por ser una tecnología habilitadora; es decir, su capacidad de ser aplicable a todas las ramas productivas, incluyendo, desde luego, la producción agrícola y la industria de los alimentos. Esto es posible porque la nanotecnología permite manipular la materia a escala atómica, molecular y macromolecular, lo que viabiliza la aplicación de propiedades que no se manifiestan a escala mayor (RS y RAE, 2004). Lo anterior ha llevado a organismos internacionales, institutos y centros de investigación a pronunciarse a favor de su uso para resolver los problemas de la pobreza. El Equipo de Tareas sobre Ciencia, Tecnología e Innovación del Proyecto Milenio de las Naciones Unidas sostiene que la nanotecnología debe de usarse como herramienta para resolver los problemas del subdesarrollo (Juma y Yee-Cheong, 2005). También el entonces Centro de Bioética de la Universidad de Toronto (UTJCB) la han propuesto para alcanzar al menos cinco de los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio trazados por el Pro-

grama de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), incluyendo la erradicación del hambre y la pobreza (Salamanca-Buentello *et al.*, 2005).

En el contexto de la crisis alimentaria, voceros y oficiales de gobiernos de varios países han retomado esta propuesta y sugerido que las nanotecnologías pueden ser el instrumento de salida de la crisis. Hilary Benn, ministro de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del gobierno del Reino Unido, declaró que “existe un potencial real” de su uso para poder alimentar al mundo con hambre (Hinsliff, 2009). En el mismo sentido, James R. Kunder, administrador del Programa de los Estados Unidos para la Oficina de Desarrollo Internacional (USAID), la sugirió para incrementar la producción de los alimentos básicos (USAID, 2008). Voceros de instituciones y agrupaciones de países en desarrollo también han propuesto las nanotecnologías como una tabla salvadora frente a la crisis en general y la alimentaria en particular. Tissa Jayaweera, presidente de la Federación de la Cámara de Comercio e Industria de Sri Lanka, dijo que éstas podrían ser una respuesta a la crisis mediante el encapsulamiento de pesticidas, fertilizantes y agroquímicos que pudieran ayudar a aumentar la producción de granos (Kangaraarachchi, 2009). La empresa SabryCorp, especializada en nanotecnología para el Medio Oriente, con base en El Cairo, elaboró en 2009 un reporte para el parlamento del Reino Unido sobre sus virtudes frente a la crisis de los alimentos. El encabezado del memorando decía:

SabryCorp submitted a report to the UK Parliament offering evidence on the prospect of nanotechnology to address the challenges of world hunger. They conclude that nanotechnology allows for more efficient, smart farming with solutions that optimize water resources, provide safer pest control, monitor crops and improve agricultural productivity (SabryCorp, 2009).

59

Estas expresiones de euforia por solucionar problemas sociales mediante mecanismos técnicos no es algo nuevo, pero cada nueva tecnología implica nuevos impactos sobre las relaciones de clase y entre productores y consumidores.

LA NANOTECNOLOGÍA EN LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Al igual que en otras ramas de la economía, la nanotecnología está presente en los sectores de la agricultura y alimentación. Algunos estudios pioneros mostraron la presencia de las corporaciones transnacionales en la investigación y producción de insumos y productos con esta tecnología. Estos estudios también mostraron la creciente dependencia que los productores rurales y consumidores tendrán respecto de dichas corporaciones (ETC, 2004; Kuzma y VerHage, 2006; Scrinis y Lyons, 2007; Millar y Senjen, 2008).

Las nanotecnologías están entrando por cuatro vertientes simultáneas al sector alimenticio. En la explotación agropecuaria y marina, en el procesamiento de los alimentos y los suplementos alimenticios, y en el empaque. Prometen aumentar los rendimientos agrícolas; mejorar y potenciar el sabor y la calidad nutritiva del alimento, ajustándose al consumidor individualizado y haciendo llegar los elementos nutritivos directamente a las células u órganos que lo necesiten; y mejorar el empaque y seguridad de los alimentos. Estas ventajas se consiguen mediante varias técnicas. Algunas de ellas se basan en el nanoencapsulado de sustancias activas, esto permite una mayor dosis con menor desperdicio, ya que la sustancia activa llega más directamente al lugar que el organismo demanda o bien sólo libera su sustancia activa cuando se enfrenta a determinadas características del entorno, aunque también es capaz de liberarla por control remoto mediante ultrasonido u otros mecanismos. El nanoencapsulado puede ser más resistente a elementos extraños, lo que extiende la vida útil del producto. Estas técnicas se aplican tanto en la agricultura como en los alimentos; otras más se basan en la incorporación de nanopartículas en envases, así mejoran la durabilidad del contenido, o lo hacen resistente a elementos patógenos, o simplemente mejoran su eficiencia –como cuando se elaboran envases que facilitan el escurrimiento del líquido interno o impiden el escape de gases a través de sus paredes. Todas estas técnicas se combinan con la aplicación de nanosensores, de tal manera que el producto sea capaz de reaccionar inteligentemente frente al entorno.

En la agricultura, corporaciones como Monsanto, Syngenta, Dow Chemicals y Bayer están introduciendo al mercado pesticidas más tóxicos, sustancias reguladoras del crecimiento, herbicidas y fertilizantes más potentes elaborados a partir de procesos nanotecnológicos. Uno de los mecanis-

mos más usados son los nano-encapsulamientos en emulsiones. Las nanocápsulas contienen los mismos ingredientes activos conocidos como herbicida, pesticida o promotor del crecimiento, con la ventaja de que están diseñados para romperse bajo ciertas condiciones, por ejemplo: en respuesta a la luz solar, el calor o al contacto con los compuestos alcalinos dentro del estómago de ciertos insectos. También pueden liberarse los compuestos a voluntad, mediante ultrasonido. Las nanocápsulas se disuelven más fácilmente en el agua, aceleran el escurrimiento en los recipientes y hacen más eficiente el fluido en bombas, aspersores, fumigadores y otros instrumentos mejorando la distribución del producto. Resultan más estables y durables frente a lluvias, cambios de temperatura y otros fenómenos naturales. Optimizan su eficacia, como en el caso del potencial mortífero y de control de los herbicidas. En su conjunto, estas tecnologías suponen que una aplicación menor del producto rinde efectos iguales o mejores. Los productos activos nanoencapsulados son de más fácil absorción por las plantas y pueden ser elaborados para que sólo ejerzan su acción cuando están en un medio ambiente determinado, impidiendo así que perjudiquen a seres vivos o contaminen el suelo indiferenciadamente. Como el encapsulamiento supone una técnica de manipulación diferente, los mismos productos activos pueden ser utilizados de forma nueva con mejores resultados, y patentados como nuevos productos (ETC, 2004; Miller y Senjen, 2008).

La nanobiotecnología es otra área que está siendo desarrollada ampliamente dentro del esquema de crecimiento del mercado agrícola y de alimentos. Existen varios ejemplos de la inserción de esta tecnología y su desarrollo en la industria. Su forma más avanzada, la biología sintética, permite crear nuevos sistemas biológicos de manera artificial. No se trata de introducir genes de unas especies en otras, como en la biotecnología, sino de crear nuevas secuencias o cadenas totalmente artificiales de ADN que luego son incorporadas a una célula receptora; o bien crear un organismo vivo totalmente nuevo (Syntheticbiology, s/f). Se estima que estos nuevos organismos cumplirán funciones específicas dentro de la industria agrícola.

Una de las áreas de punta de la nanobiotecnología es el desarrollo de sensores. En la Universidad de Edinburgo se fabricaron, en 2008, células con la capacidad sensible de captar la presencia de arsénico en el agua y reaccionar con la producción de un ácido (POST, 2008: 2). La investigadora Ho, de la Purdue University en Indiana, ha logrado que las células de levadura fermenten más eficientemente los azúcares mediante la descomposición

de celulosa y con ello aumente la conversión en etanol, abaratando el producto y llevándolo a ser más competitivo en relación con los combustibles fósiles (*The Economist*, 2006). Investigadores de la Universidad de Stavanger, en Noruega, han creado una membrana nanoporosa hecha de desechos de material orgánico, tal como alga, huesos de pescado y estiércol, que puede prevenir la pérdida de agua de la tierra y de las raíces de las plantas y regular la temperatura del suelo en regiones que son excesivamente áridas, calientes o frías, mejorando las perspectivas de cosechas (Wu, 2007). En la Universidad de Maryland se investiga sobre las propiedades de la quitosana, un material extraído de cangrejos que resulta altamente sensible a elementos que estén en el agua o el aire, permitiendo su integración a nanosensores (ScienceDaily, 2006)

En el procesamiento del alimento la nanotecnología apunta a varios objetivos. El más comercial posiblemente sea el de lograr que el consumidor elija entre colores y sabores, pero también se investiga la adición de nutrientes a los alimentos que permanezcan latentes hasta que el propio organismo los demande, convirtiendo al alimento en una suerte de medicina o suplemento nutricional inteligente. Las grandes corporaciones de alimentos están investigando y están presentes en el mercado, como es el caso de Kraft, Cadbury, Campbell, Carril, Heinz, Hershey, Nestlé y muchas otras (Miller y Senjen, 2008). La consultora Kaiser estimaba que se comercializaron 2,6 mil millones de dólares en productos de nanoalimentos en 2006 y la expectativa era de un crecimiento de más de siete veces hasta 2010. Uno de los apéndices del informe de Miller y Senjen (2008) presenta la lista de 106 alimentos, suplementos nutricionales, y materiales que entran en contacto con alimentos y agroquímicos que contienen nanomateriales y que ya están en el mercado.

La rama de los suplementos alimenticios o alimentos que contengan sustancias nutritivas adicionales es muy promisoria. La idea general es que el alimento ofrezca más y mejores elementos nutritivos que los que la naturaleza directamente ofrece. Como bien apuntan Miller y Senjen, una vez que el consumidor pierde el conocimiento tradicional de qué alimentos necesita y cuál es el estado de su conservación, se abre un horizonte nuevo para el mercado, que viene a sustituir el conocimiento tácito de las personas y lo mercantiliza. Existen muchas técnicas y productos en los que ya se aplican. Aquanova ha desarrollado una nueva tecnología que combina dos sustancias activas en un solo nano-transporte (NovaSol –miceles de 30nm de diámetro–) que reduce las grasas y provoca saciedad, y puede ser incorporado a

diversos alimentos. Además, puede ser usado para introducir otros suplementos alimenticios, ya que protege su contenido de los ácidos estomacales (Aquanova, s/f). Nutralease es una compañía de la Universidad Hebrea de Jerusalén que ha desarrollado novedosos transportes para nutraceuticals en sistemas de salud. La tecnología de líquidos de tamaño nano autoensamblados y estructurados permite el encapsulamiento de nutraceuticals, cosmeceuticals y esencias de aceites y fármacos en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos (Nutralease, s/f). BASF produce lycopene –un carotenoide– sintético en nanoescala, se usa como aditivo alimenticio en limonadas, jugos de fruta, queso y margarina. Los carotenoides son antioxidantes y se convierten en vitamina A en el cuerpo. Estos carotenoides en nanoescala, según BASF, son más fáciles de ser absorbidos por el cuerpo e incrementan la vida del producto que los contiene en los anaqueles (Shelke, 2006).

El sistema de empaque de los alimentos con nanotecnologías está bastante extendido en el mercado. Como el propósito es extender la vida de los productos en los anaqueles, tiene un efecto inmediato en la reducción de los costos de mano de obra de supervisión y mantenimiento, lo cual los hace altamente competitivos, aunque signifique aumentar también inmediatamente el desempleo. Mientras la aplicación de la nanotecnología al procesamiento de los alimentos puede levantar preocupación e inseguridad en el consumidor, no ocurre igual con el envasado de los alimentos –aunque hay estudios que muestran que las nanopartículas del envase pueden migrar a los alimentos. La combinación de sensores y materiales inteligentes alerta si el envase se contamina, responde a cambios de temperatura del ambiente, puede autorreparar determinadas roturas o fallas, puede absorber el oxígeno, detectar elementos patógenos y alertar al consumidor. En el caso de botellas de cerámica, los nanocristales crean una barrera molecular que previene del escape de gases, compitiendo ventajosamente con el vidrio. La cerveza Hite Pitcher ya ha captado 15% del mercado de Corea del Sur. La botella de cerámica con nanocristales tiene una vida de 26 semanas en los anaqueles (Honeywell, s/f).

Mayores rendimientos agrícolas, alimentos nutritivamente potenciados y mayor durabilidad en los anaqueles son las tres banderas fuertes de la visión técnica para enfrentar la crisis alimentaria.

NANOTECNOLOGÍA Y LA PERSONALIZACIÓN DEL CONSUMO

Mihail Roco (2004), asesor principal en nanotecnología de la National Science Foundation de los Estados Unidos, prevé que las nanotecnologías se desarrollen en cuatro etapas acumulativas. La primera se caracteriza por las nanoestructuras pasivas. En esta etapa los materiales nanoestructurados se comportan igual que las versiones a macroescala, son estables en el tiempo y sus propiedades no se ven alteradas. La segunda etapa, que habría comenzado en 2005, se identifica por las nanoestructuras activas; a partir de esta fase las nanoestructuras explotan las nuevas propiedades que los materiales en escala nano manifiestan, y se comienza a desarrollar la capacidad de nanosensores. Varios productos de estas dos primeras etapas ya están en el mercado. La tercera etapa, que comenzaría, en términos generales, a partir de 2010, se caracteriza por el bio-ensamblado y la robótica, con desarrollo de comportamiento y evolución de las nanoestructuras. Se viabiliza aquí la unión de nanoestructuras heterogéneas y la creación de sistemas de ingeniería supramolecular. Sensores más eficientes permitirían la autorregulación de las nanoestructuras. Por último, la cuarta etapa, identificada por los sistemas nanotecnológicos heterogéneos, implicaría arreglos moleculares que desarrollen nuevas funciones y comportamientos completamente independientes.

64

Los elementos relevantes en estas etapas son la capacidad de las nanotecnologías de explotar las propiedades de los materiales en nanoescala, dando a los productos nuevas y múltiples funciones; la posibilidad de hibridación entre sistemas biológicos y mecanismos artificiales; y la autoorganización y evolución de las nanoestructuras. Pero existe un hilo conductor que atraviesa las cuatro etapas anteriores. Éste consiste en la búsqueda de que los productos reaccionen inteligentemente frente a su entorno. Significa que los productos deben tener respuestas individuales en cada caso y frente a los diferentes retos y condiciones que el entorno les presenta.

La tendencia a la respuesta inteligente e individualizada tomó forma con la revolución de la microelectrónica y la robótica, que “leyendo” el entorno corrige o ajusta el desempeño del instrumento o del producto. Esta tendencia se potencia significativamente con la reunión de las nanotecnologías y las tecnologías de la información. Por un lado, porque el menor tamaño de los sensores permite que se apliquen en prácticamente cualquier producto, como puede ser una película ultrafina que capte y acumule luz; una pintura o textil que regule la temperatura de los productos que cubre; un dispositivo que,

navegando por el cuerpo humano, analice simultáneamente decenas de biomarcadores; y nanocápsulas en alimentos que liberen su sustancia activa sólo en presencia de determinadas características del entorno. Por otro lado, porque los materiales nanofabricados desarrollan nuevas funciones que les permiten ejecutar aplicaciones antes desconocidas, como circuitos eléctricos en hules, gomas flexibles y sistemas de inyección con agua atrapada en nanotubos de carbono que puede hervir a 45 grados.

Que los productos reaccionen de manera inteligente frente al entorno representa una conquista de la tecnología sobre la naturaleza, tanto porque permite superar las barreras que la heterogeneidad natural impone a la tecnología como porque conquista otra parte del conocimiento social y biológico, lo individualiza y permite que sea objetivado en sistemas de sensores. Esta conquista de la tecnología sobre la naturaleza es, ante todo, una conquista del capital, que abre nuevas fronteras para su acumulación y expansión.

Es claro que este avance de las fuerzas productivas desata implicaciones nuevas en las relaciones entre las clases sociales y entre los productores y los consumidores. La revolución de la informática y las telecomunicaciones tuvo un fuerte impacto en la composición de la clase trabajadora. Aplicada al proceso productivo, aceleró la automatización, desplazó trabajadores y amplió su proporción en los servicios, permitió la creación de mucho trabajo a distancia, conectó los mercados y las cadenas productivas haciéndolas globales, entre otras muchas consecuencias. Desde el punto de vista de los consumidores también implicó cambios: una variedad y sofisticación mayor en las diferencias de las mercancías, así como el surgimiento de organizaciones basadas en relaciones a través del internet, etcétera.

65

La revolución de las nanotecnologías también tendrá implicaciones en la composición y lucha de clases, y en las relaciones entre producción y consumo. Aquí queremos destacar una de dichas implicaciones. Sugerimos que la tendencia a la reacción inteligente frente al entorno, que es el eje sobre el cual se desarrollan las distintas fases de las nanotecnologías, tendrá un impacto directo sobre lo que llamamos la tendencia al aislamiento *-isolation-* del consumidor.

El aislamiento e individualización del consumidor no es algo nuevo. La industria y los servicios siempre han buscado producir y atender las necesidades de cada cliente individualmente. Pero esta búsqueda no se consolida si no existe un desarrollo técnico que acompañe ese interés comercial. Dicho

desarrollo técnico supone dos desafíos paralelos y crecientemente superpuestos. Uno consiste en poder ofrecer productos diferentes, ajustados a la demanda del consumidor. El otro es que el producto tenga la flexibilidad para identificar qué es lo que el consumidor necesita, aunque éste no lo demande explícitamente, y satisfacer dicha necesidad individual. Para resolver este segundo desafío, el producto debe tener sensores o estar asociado a sensores que “lean” el entorno y lo monitoreen, pero también que reaccionen diferenciadamente en cada caso. Significa que deben realizar dos operaciones combinadas: por un lado, monitorear y captar las características del entorno; por el otro, reaccionar de forma diferente en cada caso. Cuando este entorno es un campo de cultivo agrícola, el producto debe interactuar con las propiedades físico-químicas del suelo y del clima; cuando el entorno es el organismo biológico de otro ser vivo o del propio ser humano, el producto debe poder detectar cuáles son las necesidades y reaccionar favorablemente a ellas. Este tipo de desafíos es lo que la nanotecnología está llamada a cubrir.

El proyecto Inteltex es un ejemplo de la producción de textiles inteligentes multi-reactivos –*intelligent multi-reactive textiles*. Este proyecto se encuentra auspiciado por el Sexto Programa Marco de la Comisión Europea y se enfoca en realizar investigación sobre tejidos creados con compuestos de polímeros conductivos –*conductive polymer composite*– para que actúen como sensores y se puedan adaptar a los cambios del entorno. Se espera crear telas que monitoreen la temperatura de la piel, que cambien su estructura de acuerdo a accidentes que pueda sufrir el usuario, y que detecten en el ambiente sustancias tóxicas como monóxido de carbono liberado por el fuego (Inteltex, s/f).

Nanovis es una empresa que se especializa en el desarrollo de implantes nanoestructurados para la regeneración de tejido y huesos. Esta tecnología implica el uso de implantes creados a partir de compuestos de diferentes metales, polímeros y cerámicas que promueven la regeneración del tejido, la reducción de inflamación en traumatismos y la resistencia a la colonización por bacterias; todo esto acorde a las necesidades del paciente (Nanovis, s/f).

El Nitinol, “metal con memoria” de la empresa alemana Memry GmbH, tiene la capacidad de recordar su forma, independientemente de los cambios que sufra y de las circunstancias en las que suceda (Memry GmbH, s/f). Los compuestos del metal, modificados por la fusión de diferentes elementos mediante aleaciones a nivel macromolecular, dan como resultado una superelasticidad que permite la recuperación de las formas originales, nor-

malmente mediante choques de calor o de electricidad. Se estima un universo amplio de aplicaciones de este producto en el sector médico e industrial, resaltando el potencial uso en la industria automotriz. Aquí el proceso de individualización se realiza “a la inversa”; no se adapta a los cambios del entorno sino que a pesar de las modificaciones que sufre tiene la capacidad de volver atrás, a las condiciones originales.

Los fármacos en la medicina son el caso más elocuente de la necesidad de pasar del producto generalizado al producto individualizado. Luego de la masiva utilización de antibióticos entre los años cuarenta y ochenta se ha constatado una significativa reducción de su efecto curativo y, paralelamente, un resurgimiento de antiguas enfermedades infecciosas y la emergencia de otras nuevas en el mundo. Los microbios fueron mutando y volviéndose resistentes a las drogas. Consecuentemente, la industria farmacéutica reaccionó produciendo fármacos de amplio espectro y mayores dosis, con penosa consecuencia de la aún mayor pérdida de inmunidad por parte de los usuarios y la mayor fortaleza y resistencia por parte de los microbios (Foladori, 2005). En 2003, el vicepresidente de la Glaxo-Smith Kline declaró públicamente lo que era ya muy conocido al interior de la industria farmacéutica, que “la mayoría de las drogas –más de 90%– sólo tienen efecto en 30 a 50 por ciento de los pacientes” (véase Connor, 2003). La alternativa de la industria es ahora la farmacogenética. El descubrimiento del genoma humano y la posibilidad de analizar de manera individual, rápida y barata la estructura genética de cada individuo abre las posibilidades a esta rama. Su base es el ofrecimiento de fármacos individualizados, aplicables según las características genéticas de cada individuo, o bien nanoencapsulados, que sólo liberen los fármacos bajo la presencia de los biomarcadores que la misma medicina detecte. Aquí la nanobiotecnología tiene un campo fértil para el desarrollo.

Otra área paralela son los cosméticos y los suplementos alimenticios también enfocados de manera individual. La empresa RBC Life Sciences, con oficinas centrales en Estados Unidos, tiene actualmente en el mercado una línea de productos llamados Nanocuticals®, que se adecuan a las características del consumidor y van liberando sus compuestos de acuerdo a las necesidades del mismo. Uno de estos productos es el Microhydrin®, el cual está formado por estructuras nanométricas con base en silica-mineral. De acuerdo a estudios publicitados por la empresa, este producto tiene la capacidad de ir removiendo radicales libres conforme se van presentando en el organismo; también incrementa la hidratación celular durante la pérdida de

líquidos y reduce la secreción de ácido láctico durante el ejercicio (RBC Life Sciences, s/f).

La industria de los alimentos será beneficiada con la nanotecnología y sus aplicaciones. Para ello se trabaja en el desarrollo de sensores que detecten contaminantes o bacterias dañinas en los alimentos; la posibilidad de crear empaques con microbicidas; la mejora, mediante el nanoencapsulamiento, de la liberación de nutrientes en el organismo; y la personalización de los sabores y texturas de los alimentos (Githens, s/f).

Syngenta, una de las trasnacionales más importantes de la industria agrícola mundial, actualmente comercializa el producto PRIMO MAXX®, que contiene sustancias nanoencapsuladas para preparar al césped antes de que las condiciones atmosféricas cambien radicalmente. Este producto es un ejemplo de la capacidad de los sensores para desarrollarse a partir de los nanocomponentes. Las nanocápsulas están creadas para abrirse ante cambios de temperatura extremos, presencia de algunas enfermedades y la llegada de algunas plagas en determinado momento. De esta manera, el producto garantiza la vitalidad del césped a largo plazo (Syngenta, s/f). Adicionalmente, y de acuerdo al estudio del Grupo ETC, la misma Syngenta ha sido capaz de desarrollar un insecticida con capacidad sensorial. La cubierta de las nanocápsulas que envuelven al insecticida se rompe sólo en condiciones especiales, como el ambiente alcalino al interior del estómago de ciertos insectos. Esto ha llevado a denominar a este tipo de insecticidas inteligentes como “destroza vientres” (ETC, 2004: 17).

68

En la industria de los alimentos también existen ejemplos sobre el desarrollo de los productos nanotecnológicos personalizados. Se espera que los “alimentos programables” sean la próxima mina de oro para este sector. Kraft se encuentra desarrollando un líquido programable de acuerdo a las necesidades o caprichos del consumidor. El comprador podrá decidir el color, el sabor e incluso los nutrientes que la bebida va a tener de acuerdo a sus necesidades de consumo (Renton, s/f). Wolfe escribe:

Kraft seems to be most interested in “interactive” foods and beverages –products that can be personalized to fit the tastes and needs of individual consumers, from fun stuff like drinks that change colors to innovative foods that can adjust for a consumer’s allergies or nutritional requirements (Wolfe, 2005).

Kraft, Unlever, Glaxo-Smith Kline trabajan en este tipo de comida programable. Chen *et al.* sostienen que suplementos alimenticios incorporados a los alimentos podrán detectar y reconocer el lugar apropiado donde deben ejercer su principio activo, analizar las necesidades y decidir cuánto del principio activo debe ser liberado, y también monitorear la respuesta (Chen *et al.*, 2006).

La empresa Senomyx, de San Diego, ha creado nuevos sabores basados en la investigación sobre las células de brotes, las cuales perciben una amplia variedad. De esta forma pueden elaborar y probar los que sean reconocidos por las células; pueden reducir algunos en los alimentos y potenciar otros (Githens, s/f). Otro ejemplo es la tecnología Taste Nanology, que permite mejorar y cambiar la textura y el sabor de los alimentos, un producto de la asociación entre Blue Pacific Flavors y Micro Fluides (Heller, 2006).

La individualización del producto, que supone un avance extraordinario en la funcionalidad de los instrumentos y los productos, tiene, en términos de las relaciones de clase y entre productores y consumidores, otras implicaciones. Aquí llamamos la atención de dos grandes y diferentes tipos de implicaciones. Uno consiste en la objetivación y mercantilización de lo que se conoce como conocimiento empírico y tradicional; otro, en la consecuente subsunción del consumidor a la dinámica del capital. Esta implicación es analizada por Miller y Senjen en su trabajo sobre las nanotecnologías en la agricultura y alimentación.

Miller y Senjen (2008) explican que el desarrollo de sensores y la perdurabilidad de los productos tienden a sustituir el conocimiento empírico y tradicional. Ya no será necesario, por ejemplo, conocer la correspondencia entre las estaciones y la cosecha de frutas, ya que ésta podrá perdurar hasta la siguiente cosecha sin que el consumidor note diferencias. Tampoco será necesario tener conocimientos prácticos para evaluar si el producto está en buen estado, ya que el propio envase detectará los cambios y alertará al consumidor. Si el conocimiento tácito del consumidor le permitía evaluar si el pescado estaba en buen estado, por la protuberancia de los ojos o la resistencia de su carne, los nuevos sensores harán superfluo dicho conocimiento; por lo tanto, se irá perdiendo, poco a poco, ese conocimiento tácito heredado por generaciones. Se trata de un proceso de objetivación en dispositivos e instrumentos que, además, pasan del consumidor al productor o comerciante, de manera que ocurre una descalificación social del conocimiento. Todo esto tiene que ver con habilidades e información acumulada que, mediante

tecnología, el capital es capaz de separar del consumidor, independizarlas y comercializarlas. Es un nivel mayor de subordinación del proceso productivo al capital, de objetivación de conocimiento y de mercantilización.

La segunda implicación, que sólo puede ser señalada aquí a manera de supuesto, es lo que llamamos la tendencia al aislamiento del consumidor. Tomemos, por ejemplo, el caso de los productores agropecuarios que compran sus insumos de las grandes corporaciones agroquímicas. Insumos que ahora tienen la capacidad de reacción individualizada frente al entorno. Estos productos tendrán resultados diferentes en cada caso, dependiendo de las condiciones del suelo, clima, topografía y otros factores naturales heterogéneos. En la medida en que cada resultado sea diferente, adecuado al contexto, no habrá posibilidad de unificación de demanda por parte del consumidor sobre el vendedor de insumos, no habrá resultados comunes y no habrá, por tanto, bases para alianzas de defensa de derechos. Pensemos en el caso del consumidor, que compra sus alimentos individualizados o sus cosméticos o sus medicinas. También en este caso, en la medida en que los productos son predeterminados para monitorear y reaccionar de manera diferente según cada caso, es imposible elaborar bases comunes para la unión y reclamo de los consumidores respecto de las cualidades o eficiencia de las mercancías compradas. Esta tendencia a la individualización del consumidor es, también, una tendencia al aislamiento político, esto requerirá nuevas y creativas formas para el ejercicio de la acción política. En el área médica esta tendencia constituye la esperanza de la industria farmacéutica, el paso de los fármacos de amplio espectro a la fármaco-genética, donde cada paciente recibirá un medicamento diferente según su configuración genética. Aquí no habrá ninguna posibilidad de resultados adversos comunes o colectivos, que es la base de cualquier demanda jurídica, ya que el resultado será siempre individual, debilitando cualquier posibilidad de reacción política organizada.

70

CONCLUSIONES

En este artículo hemos observado la tendencia de las nanotecnologías a desarrollar capacidades sensoras de monitoreo y de reacción individualizada frente al entorno en sus instrumentos y productos. Estas tecnologías, que se presentan como panacea para la solución de los problemas de pobreza en el mundo –por ejemplo, las relacionadas con el hambre y el agua potable–, si-

guen siendo soluciones técnicas para problemas socioeconómicos, como fue expuesto por investigaciones pioneras en el tema: las del ETC group, Scrinis y Lyons y Friends of Earth-Australia.

Pero la tendencia a desarrollar capacidades sensoras y reacción inteligente tiene, también, implicaciones sociales en términos de la pérdida de conocimiento empírico, como fue señalado por Miller y Senjen, y de la individualización del consumidor, ya sea éste el consumidor productivo que compra insumos para su actividad agrícola o el consumidor personal que compra alimentos para su subsistencia. Aunque la funcionalidad y eficiencia del producto pueda aumentar, habrá un efecto disociador en las relaciones entre productores y consumidores. La tendencia fincada en la individualización del consumidor lo aísla del resto y lo coloca en una situación de fragilidad para disputar sus reivindicaciones.

La historia de la lucha de clases ha sido la historia de grupos organizados enfrentándose. Con el desarrollo de la “economía de servicios”, muchos hablaron de la “muerte del proletariado”, haciendo alusión a que las modernas fábricas robotizadas emplean muy poca fuerza de trabajo por unidad de capital constante y a que la fuerza de trabajo se había desplazado a los sectores no productivos y de servicios. Se estaba perdiendo la aglutinación del obrero como elemento objetivo para la lucha sindical y política.

Ahora las nanotecnologías ofrecen un paso significativo en la profundización del aislamiento. A medida que el producto se adapte a las condiciones individuales del usuario, ese producto implicará consecuencias diferentes en cada caso; con ello, la posible unión del consumidor con otros consumidores, para hacer frente a las corporaciones que controlan la producción, se hace cada vez más difícil. Esto debe ser investigado a profundidad, pero los ejemplos señalados en este artículo y el hecho de que los estudiosos del desarrollo de las nanotecnologías marcan una dirección hacia la creación de productos basados en nanoestructuras inteligentes e independientes, insinúan una tendencia a la fragmentación de las bases técnicas para reivindicaciones sociales colectivas por parte de los consumidores. 🐦

71

BIBLIOGRAFÍA

Aquanova (s/f), *Aquanova offers a broad range of solutions for the following industry segments: nutrition, health, cosmetics, pharma, general industry*, Darmstadt, Germany: Aquanova AG. Consultado el 9 de julio de 2008, en: <http://www.aquanova.de/index.php?site=index.html&dir=&likecms1bsess=61d86c847c3d94da6004c4c56cde1af1&nav=38>.

- Bradsher, Keith (2008), "A drought in Australia, a global shortage of rice", en *The New York Times*, 17 de abril, New York: The New York Times Company. Consultado el 6 de julio de 2009, en: http://www.nytimes.com/2008/04/17/business/worldbusiness/17warm.html?_r=1&n=Top/News/Science/Topics/Global%20Warming.
- Chen, Hongda, Jochen Weiss y Fereidoon Shahidi (2006), "Nanotechnology in nutraceuticals and functional foods", en *Food Technology*, vol. 60, núm. 3, marzo, pp. 30-36, Chicago, IL: Institute of Food Technologists. Consultado el 14 de junio de 2006, en: <http://members.ift.org/NR/rdonlyres/4A403244-F5EF-428F-A53F-F31B8730BFD8/0/0306nano.pdf>.
- Connor, Steve (2003), "Glaxo chief: our drugs do not work on most patients", en *The Independent*, 8 de diciembre, London: The Independent. Consultado el 12 de diciembre de 2003, en: <http://www.independent.co.uk/news/science/glaxo-chief-our-drugs-do-not-work-on-most-patients-575942.html>.
- Economist, The (2006), "Life 2.0 - synthetic biology", en *The Economist (US)*, 2 de septiembre, New York: The Economist Group.
- _____ The (2009), "Whatever happened to the food crisis", en *The Economist (US)*, 2 de julio, New York: The Economist Group.
- ETC Group (2004), *La invasión invisible del campo*, Ottawa: ETC Group.
- Foladori, Guillermo (2005), "The challenge of infectious diseases to the biomedical paradigm", en *Bulletin of Science Technology & Society*, vol. 22, núm. 2, pp. 145-158, Newbury Park, CA: SAGE.
- Githens, Katie (s/f), "Top 10 reasons for using nanotech in food", en *Discovery News*, New York: Discovery Communications. Consultado el 10 de julio de 2009, en: <http://dsc.discovery.com/technology/tech-10/top-10-nanotechnology-food.html>.
- Heller, Lorraine (2006), "Flavor firm uses nanotechnology for new ingredient solutions", en *Food Navigator News*, 10 de Julio, Food-Navigator. Consultado el 10 de octubre de 2008, en: www.foodnavigator-usa.com/news/ng.asp?=69008.
- Hinsliff, Gaby (2009), "New science could defeat food crises. Breakthroughs in microscopic engineering could boost shelf life of food and increase crop yields", en *The Guardian*, 8 de febrero, Manchester, UK: Guardian News and Media. Consultado el 11 de julio de 2009, en: <http://www.guardian.co.uk/science/2009/feb/08/nanotechnology-food-shelf-life>.
- 72 Honeywell (s/f), *Aegis® compounding resins*, Morristown, NJ: Honeywell Internacional. Consultado el 9 de Julio de 2008, en: <http://www51.honeywell.com/sm/polymers/products-sub/comp-resins.html>
- Inteltext (s/f), *Intelligent multi-reactive textiles*, European Comisión Sixth Framework Program. Consultado el 2 de Julio de 2009, en: <http://www.inteltext.eu/index.php?id=48>.
- Juma, Calestous y Lee Yee-Cheong (2005), *Innovation: applying knowledge in development*, London: Sterling, Va., Earthscan, Millennium Project. Consultado el 10 de julio de 2009, en: www.unmillenniumproject.org/documents/Science-complete.pdf.
- Kangaraarachchi, Ramani (2009), "Nanotechnology, an answer? - Snr. President FCCISL", en *Daily News*, 2 de abril, Sri Lanka: Associated Newspapers of Ceylon. Consultado el 4 de julio de 2009, en: <http://www.dailynews.lk/2009/04/29/bus01.asp>.
- Kazmin, Amy y Colum Lynch (2008), "Scant aid reaching Burma's Delta", en *The Washington Post*, 8 de mayo, Arlington, VA: The Washington Post. Consultado el 6 de julio de 2009, en: <http://www.washingtonpost.com/wpdyn/content/article/2008/05/07/AR2008050700642.html?hpid=topnews>.
- Kuzma, Jennifer y Peter VerHage (2006), *Nanotechnology in agriculture and food production*, 4 de septiembre, Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars. Consultado el 3 de julio de 2009, en: http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/2706/94_pen4_agfood.pdf.
- Memry GmbH (s/f), *The metal with a mind*, Weil am Rhein: Memory-Metalle GmbH. Consultado el

- 10 de julio de 2009, en: http://www.memory-metalle.de/html/01_start/index_outer_frame.htm.
- Miller, Georgia y Rye Senjen (2008), *Out of the laboratory and into the food chain: nanotechnology in food and agriculture*, Australia: Friends of Earth. Consultado el 6 de julio de 2009, en: www.foe.org/pdf/nano_food.pdf.
- Nanovis (s/f), *About Nanovis*, West Lafayette, IN: Nanovis. Consultado el 2 de julio de 2009, en: <http://www.nanovisinc.com/>.
- Nutralease (s/f), *Nutralease™*, Morristown, NJ: PL Thomas. Consultado el 9 de julio de 2008, en: www.plthomas.com/PLTbrands/NutraLease2.htm.
- Parliamentary Office of Science and Technology (POST) (2008), “Synthetic biology”, en *Postnote*, núm. 298, enero, London: UK Parliament. Consultado el 12 de julio de 2009, en: www.parliament.uk/parliamentary_offices/post/pubs.cfm.
- RBC Life Sciences (s/f), *Nanoceticals, nanotechnology the science behind better supplements*, Jakarta: RBC Life Sciences. Consultado el 10 de julio de 2009, en: http://813312.royalbodycare.com/Nanotechnology_Revolution.aspx.
- Renton, Alex (s/f), “Welcome to the world of nano foods”, en *The Observer*, Manchester: Guardian News and Media. Consultado el 11 de julio de 2009, en: http://observer.guardian.co.uk/foodmonthly/futureoffood/story/0,,1971266,00.html#article_continue.
- Roco, Mihail C. (2004), “Nanoscale science and engineering: unifying and transforming tools”, en *AIChE Journal*, vol. 50, núm. 5, pp. 890-897, New York: American Institute of Chemical Engineers.
- Royal Society and Royal Academy of Engineering (RS & RAE) (2004), *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, policy document 20/04, London: The Royal Society and The Royal Academy of Engineering. Consultado el 11 de noviembre de 2007, en: <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>.
- SabryCorp (2009). *SabryCorp submits evidence to the UK Parliament on the global food crisis*, april, El Cairo: SabryCorp. Consultado el 4 de julio de 2009, en: <http://www.sabrycorp.com/co/media/2009-04-1.cfm>.
- Salamanca-Buentello, Fabio, Deppa L. Persad, Erin B. Court, Douglas K Martin, Abadía S. Daar, Peter A. Singer (2005), “Nanotechnology and the developing world”, en *PLoS Medicine*, 12 de mayo, Cambridge: PLoS Medicine. Consultado el 10 de julio de 2009, en: <http://www.plosmedicine.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pmed.0020097>.
- ScienceDaily (2006), *Not just for eatin': blue crab nano-sensor detects dangers*, 31 de Julio. Consultado el 24 de agosto de 2008, en: <http://www.sciencedaily.com/releases/2006/07/060731152911.htm>.
- Scrinis, Gyorgy y Kristen Lyons (2007), “The emerging nano-corporate paradigm: nanotechnology and the transformation of Nature, food and agri-food aystems”, en *International Journal of Sociology of Food and Agriculture*, vol. 15, núm. 2, pp. 22-44, Tokio: The Research Committee on Food and Agriculture (RC-40).
- Shelke, Kantha (2006), *Tiny, invisible ingredients*, Itasca, IL: Food Processing. Consultado el 10 de julio de 2008, en: www.foodprocessing.com/articles/2006/227.html?page=print.
- Steinberg, Stephan (2008), “Financial speculators reap profits from global hunger”, en *Global Research*, 24 de abril, Montreal: Global Research. Consultado el 11 de julio de 2009, en: <http://globalresearch.ca/index.php?context=va&aid=8794>.
- Stratton, Allegra (2008), “Who is fighting over food?”, en *The Guardian*, 9 de abril, Manchester: Guardian News and Media. Consultado el 3 de mayo de 2008, en: http://blogs.guardian.co.uk/news/2008/04/food_riots.html.
- Syngenta (s/f), *Primo MAXX*, Washington, DC: Syngenta. Consultado el 9 de julio de 2009, en: <http://www.syngentaprofessionalproducts.com/prodrender/index.aspx?prodid=747>.
- Syntheticbiology (s/f), *What is synthetic biology?* Consultado el 20 de marzo de 2008, en: <http://syntheticbiology.org/FAQ.html>.
- United Nations. Secretary-General (UN-SG) (s/f), “Background information”, en *The Secretary-*

- General's High-Level Task Force on the global food crisis*, New York: United Nations. Consultado el 6 de julio de 2009, en: <http://www.un.org/issues/food/taskforce/background.shtml>.
- United Nations (UN) (s/f), "The UN system response to the world food security crisis (as of September 2008)", en *The Secretary-General's High-Level Task Force on the global food crisis*, New York: United Nations. Consultado el 3 de julio de 2009, en: <http://www.un.org/issues/food/taskforce/factsheets.shtml>.
- U. S. Agency for International Development (USAID) (2008), *U.S. Response to the global food crisis: humanitarian assistance and development investments*, 16 de julio, Washington, DC: USAID. Consultado el 10 de julio de 2009, en: <http://www.usaid.gov/press/speeches/2008/ty080716.html>.
- Wolfe, Josh (2005), "Safer and guilt-free nano foods", en *Forbes*, 8 de octubre, New York: Forbes. Consultado el 4 de agosto de 2009, en: http://www.forbes.com/2005/08/09/nanotechnology-kraft-hershey-cz_jw_0810soapbox_inl.html.
- Wu, Jane (2007), "'Waste membrane' could help crops conserve water", en *SciDev.Net*, 20 de febrero, London: SciDev.Net. Consultado el 2 de julio de 2009, en: http://www.scidev.net/content/news/eng/waste-membrane-could-help-crops-conserve-water.cfm?utm_source=feed1&utm_medium=rss.
- Zubrin, Robert y Gal Luft (2008), "Food vs. fuel a global myth", en *The Chicago Tribune*, 6 de mayo, Chicago, IL: The Chicago Tribune. Consultado el 9 de julio de 2009, en: <http://archives.chicagotribune.com/2008/may/06/food/chi-oped0506fuelmay06>.