

AMBIENTICO

SUMARIO

2 Eduardo Velarde

[MARICULTURA PARA PROTEGER
AMBIENTE MARINO Y SATISFACER
NECESIDADES ALIMENTARIAS](#)

6 Cindy Fernández y Ana G. Guzmán

[INCONVENIENCIA DE GRANJAS DE ATÚN
EN PAVONES DE GLOFITO](#)

8 Juan Rojas

[HALLADA SERPIENTE MATABUEY -*LAECHESIS
MUTA*- EN RESERVA ALBERTO
MANUEL BRENES](#)

10 Jimena Ugarte

[CRECER O NO CRECER, HE AHÍ EL DILEMA](#)

12 Jorge Cabrera

[LA REVELACIÓN DEL ORIGEN EN SOLICITUDES
DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL](#)

[SEPARATA DE LA REVISTA AMBIENTALES 31]

16 Gian Carlo Delgado

[RIESGOS AMBIENTALES DE LA
NANOLOGÍA: NANOPARTÍCULAS
Y NANOESTRUCTURAS](#)

AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

Director y editor Eduardo Mora

Consejo editor Manuel Argüello, Gustavo Induni, Wilberth Jiménez, Luis Poveda

Fotografía Alfredo Huerta [salvo señalamientos]

Asistencia y administración Rebeca Bolaños

Teléfono: 277-3688. Fax: 277-3289

Apartado postal: 86-3000, Costa Rica.

ambientico@una.ac.cr

PRÓXIMA EDICIÓN

CONTRA LA CAUTIVIDAD
DE ANIMALES SILVESTRES

Engordar atunes enjaulados mar adentro

La producción -de bienes y servicios- entra siempre en contradicción con la protección de la naturaleza. Coherentemente, toda alteración de la naturaleza tendiente a potenciar el desarrollo o multiplicación de una especie viva con fines económicos entra siempre en conflicto con el equilibrio del ecosistema en que esa potenciación de la especie se lleva a cabo. Eso pasa con la agricultura, con la ganadería y con las plantaciones forestales. No obstante, estas prácticas las continuamos porque para nadie sería aceptable cesar las producciones (de alimentos y de materias primas) correspondientes. Lo que sí procuramos (no todos, sino más bien pocos) es que esas producciones sean sostenibles: que las alteraciones biofísicas que causan en el entorno en que se realizan no tengan características tales que la producción devenga inviable o a tan alto costo (por las inversiones que haya que hacer para el reequilibrio del ecosistema) que resulte económicamente descabellada. Desde hace relativamente corto tiempo, en Costa Rica prohibimos transformar ecosistemas naturales continentales en nuevos campos de producción económica. Pero con el mar ha sido distinto. Ante éste nuestras preocupaciones no se han referido al impacto de acciones humanas tendientes a potenciar el desarrollo o multiplicación de especies, porque esas acciones se han dado insignificadamente, sino que se han referido al impacto de acciones humanas consistentes en extraer de las aguas lo que los ecosistemas marinos y marino-costeros han espontáneamente generado, hasta casi agotarlos, hasta hacer de la pesca una actividad insostenible, porque cada día hay que adentrarse más en el negro ponto para poder saquearle sus peces. La acuicultura que en las aguas de nuestro Pacífico sur quiere practicar la empresa Granjas Atuneras de Golfito vendría a paliar la brutal disminución de peces que hemos provocado, pero también, según sus críticos, podría causar estragos semejantes a los que originan las prácticas productivas llevadas a cabo en tierra –como la contaminación- y semejantes, en general, a las que origina la sobrepesca: alteración grave del ecosistema en que se efectúa, lo que pondría en riesgo, para colmo, la pesca que aún nos queda y otros sectores de la economía como el exitoso turismo. Esto es lo que afirman airadamente diversos grupos ambientalistas ticos que han incluso apelado a instancias judiciales para abortar el proyecto de maricultura mencionado, a pesar de que éste ya cuenta con los avales estatales para echar a andar. Aquí presentamos las dos visiones contrapuestas referentes al engorde de atún en jaulas en nuestro océano Pacífico.



Maricultura para proteger ambiente marino y satisfacer necesidades alimentarias

EDUARDO VELARDE

Soy acuicultor desde hace 26 años. Fui inspirado por los trabajos de Jacques Cousteau y motivado por el hecho de que nuestro planeta es 75 por ciento mar. En ese entonces pensaba que el humano tardó 3.000 años en la domesticación de animales terrestres y que con los avances tecnológicos de hoy podemos y tenemos que lograr lo mismo en el ambiente marino en los próximos 50 años para mantener el balance ecológico de nuestros océanos. El tiempo ha probado cierta mi visión: hoy 100 millones de personas viven de la acuicultura (Benetti 2005) y en los últimos 20 años el incremento (34 por ciento) del consumo de productos marinos ha sido abastecido por la acuicultura (Tacon 2004). La pesca del mar ya no da más. Aproximadamente el 75 por ciento del salmón consumido mundialmente es cultivado, y esta tendencia seguirá con otras especies, porque la pesca comercial está en su máximo rendimiento desde hace 15 años. Para salvar el frágil balance de nuestro ambiente marino tenemos que criar las especies que consumimos de él.

La maricultura comercial, desarrollada a nivel mundial en los últimos 25 años, en su inicio -al igual que toda actividad humana- cometió errores de todo tipo, incluyendo ambientales. Pero el panorama de desarrollo de esta innovadora industria es prometedor gracias a los avances tecnológicos, la conciencia ambiental y la necesidad de sostenibilidad comercial. Toda actividad humana afecta el ambiente, no siendo la maricultura la excepción, y el éxito de ésta estriba, precisamente, en que sea sostenible ambientalmente.

En Costa Rica, con un territorio de 500.000 km² de mar y 51.000 de tierra, irónicamente los pueblos costeros están sumidos en la pobreza y son los que menos desarrollo socioeconómico tienen. El gobierno pasado, sensible a la falta de pesca y las necesidades económicas de los aproximadamente 10.000 pescadores costarricenses y sus familias, subvencionó la actividad pesquera -en el periodo 2002-2005- con 19.000 millones de colones (*La Nación* 12-3-06: 4A), destinándose el 90 por ciento de ese monto al renglón de combustibles a fin de abarcar más área de pesca con menor o igual gasto. Sin embargo, hoy los pescadores siguen igual o peor que antes del subsidio y, en ese mismo lapso temporal, la producción de tilapia superó a la de pesca tradicional probando que la acuicultura es el camino sostenible de producción (*La Nación* 4-12-05: 10A).

La sobrepesca actual nos llevará al exterminio de muchas especies en nuestro territorio marino. En el Parque Santa Rosa del Área de Conservación Guanacaste existen 44.000 hectáreas marinas protegidas por ley desde abril de 2005, y ninguno de los 800 pescadores de Cuajiniquil que solían pescar en esa área podrán hacerlo de nuevo, lo cual les ha arrebatado el sustento a más de 2.800 personas y serán muchísimas más y de varios países cuando el corredor marino se ponga en vigencia. La maricultura es la solución sin conflictos sociales ni ambientales para todas estas personas, y estamos atrasados en su desarrollo. Éstas son las razones de peso que nos indican la necesidad de desarrollar una maricultura sostenible y amigable con el ambiente.

Hace una década me propuse promover e impulsar la maricultura en y para Costa Rica en agradecimiento y retribución a mi patria adoptiva, cuna de uno de mis hijos. Hemos avanzado mucho desde 1996 y hoy el panorama es diferente y muy prometedor: Contamos con un marco jurídico cuyo corazón es la *Ley de pesca y acuicultura*, tenemos un centro de reproducción de peces en el Parque Marino del Pacífico, nuestros graduados en biología marina tienen oportunidades de trabajo -aunque todavía limitadas a las camarónicas y tilaperas que se han desarrollado y proliferado en el territorio nacional- y contamos con dos empresas privadas dispuestas a invertir capital y tecnología de punta en el desarrollo de la maricultura costarricense: Aquatec S. A. y Granjas Atuneras de Golfito S. A.

Desde hace 20 años se viene desarrollando comercialmente la *maricultura de captura* (término de Fao) con atunes BFT en Australia, Europa y Méjico. Sobre la base de esa experiencia y siguiendo el manual de guía y recomendaciones de Fao para crianza sostenible de atunes, Granjas Atuneras de Golfito (Gag) implementará esa

innovadora actividad con atunes YTF, introduciendo algunas variantes tecnológicas por tratarse de otra especie. Para ello la empresa realizó, durante tres años, los estudios necesarios para la localización de sitio con características de sostenibilidad y características fisicoquímicas y biológicas adecuadas, realizó estudios de factibilidad económica, ambiental y social y, además, obtuvo los permisos de ley: la Secretaría Técnica Nacional Ambiental aprobó el estudio de impacto ambiental en agosto de 2005, el Ministerio del Ambiente otorgó la *concesión* en diciembre de 2005 y, en junio de 2006, el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura dio el *permiso operativo*).

Nuestra tecnología apunta a darle valor agregado (fresco en H&G para mercados de sushi y sashimi) a una pequeña cantidad (10 por ciento) de las capturas ya existentes de atún que hoy se comercializa congelado y para enlatadoras. Se utilizará solo especímenes de más de 25 kg por exigencia del mercado, que coincide con prácticas ambientales, ya que solo se utiliza especímenes que cumplieron

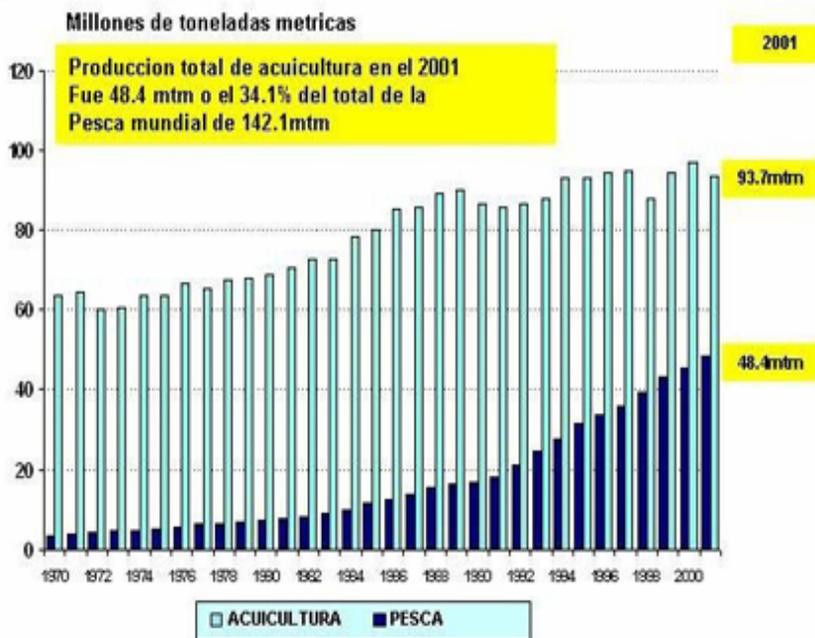
su ciclo biológico de reproducción muchas veces. Las capturas están regidas por cuotas impuestas y vigiladas celosamente por la Ciat (Comisión Interamericana del Atún Tropical). Las embarcaciones de transporte de atún vivo de Gag, que consisten en barcos especiales equipados con brazos grúa, jaula, motores con potencia de remolcador y un equipo especializado de buzos, se mantendrán en contacto radial con *tunaclippers* socios del Ciat para que cuando capturen atún de 25 kg o más nos avisen y lleguemos en el menor tiempo posible adonde se encuentren (de 60 a 600 millas de nuestra concesión) esperándonos con sus redes desplazadas y el atún vivo. Al llegar, nuestros buzos entrarán en acción: se armará la jaula portátil de transporte, se unirá las redes de *tunaclipper* con las de la jaula y se arreará como ganado los atunes dentro de la jaula, faena que, dependiendo del la bravura del mar, puede durar entre dos y cuatro horas. Una vez transferidos los atunes se emprenderá el viaje de remolque -que podrá durar hasta 45 días- hacia las instalaciones de crianza entre punta Banco y punta Burica, donde se transferirá los atunes a diferentes jaulas a densidades no mayores de 3,5 kg por metro cúbico. Durante el tiempo de aclimatación y crianza -entre uno y cuatro meses- se les alimentará con sardina congelada carente de todo aditivo, razón por la que estamos trabajando para comercializarlo como atún orgánico. De las jaulas de crianza se cosechará los atunes, gradualmente, con arpones sumamente potentes matándolos instantáneamente. Es de suma importancia para la empresa que los atunes sufran lo menos posible en su despesque y matanza por razones humanas y económicas. De ahí se trasladarán a las salas de proceso donde se les hará un lavado final, la clasificación y el empaque especial para su transporte refrigerado al aeropuerto Juan Santamaria y a los mercados internacionales.

Hay varias inquietudes por el posible impacto ambiental de nuestro proyecto:

H *Que las heces y el alimento contaminen el ambiente:* La crianza del atún es extensiva: 3,5 kg/m³. En las crianzas intensivas dadas en maricultura comercial con otras especies (como la lubina y el dorado en Europa, el salmón en Chile y Noruega y el pargo en Asia), para ser económicamente viables se cultiva entre 12 y 40 kg por metro cúbico. Gag estará a 15 km de la boca del golfo, fuera del golfo Dulce, entre punta Bancos y punta Burica. Esta ubicación se escogió por ser un ambiente de alta energía por sus características oceánicas -según la clasificación de maricultura oceánica. Al desarrollar el proyecto en mar abierto se obtiene las ventajas de un ambiente muy dinámico, en constante movimiento, sin depender de vientos ni mareas, lo que asegura menor estratificación y buena disponibilidad de oxígeno. Además, el gran dinamismo del sistema genera una mayor dispersión de desechos, lo que disminuye las descargas al ambiente, que consistirán en dos tipos de desechos: metabólicos y materia orgánica

Acuicultura Proveedor de Alimentos Marinos

Contribución de la acuicultura al total de productos marinos 1970 -2001



particulada. Los primeros, como nitrógeno amoniacal y fósforo, se disiparán, ya que el sistema oceánico recambia 1.800 por ciento el agua de las jaulas por hora; los segundos serán arrastrados por las corrientes subsuperficiales y profundas hacia el sureste, lejos de la entrada del golfo Dulce, y serán dispersados en una gran área de biodegradación natural. Gag estableció un área de bioseguridad y amortiguamiento entre concesiones de 5 km X 2,5 km, a pesar de que las jaulas físicamente abarcan solamente 150 m X 450 m, para asegurar la necesaria sostenibilidad ambiental y comercial.

Que las jaulas perjudiquen las migraciones de ballenas: Los mamíferos marinos como delfines y ballenas presentan un sistema de eco-localización muy preciso, por lo que las jaulas flotantes serán fácilmente divisadas y evitadas por esos animales. Por otro lado, Oceanic Society Expeditions, en cooperación con voluntarios de Elderhostel, reportan, a partir de estudios realizados durante seis años, que la mayoría de los avistamientos se dan en la zona de bahía Drake y que gran porcentaje de la población de ballenas jorobadas presente en las aguas costarricenses provienen de la costa oeste de Estados Unidos, dejando de lado el área de la concesión de Gag.

Que las jaulas perjudiquen a las tortugas: Congressional Reaserch Service de Estados Unidos menciona que la red de las jaulas utilizadas en la maricultura actual tienen ojo de malla pequeño (en nuestro caso 5 cm) y se encuentra tensa, por lo que la posibilidad de que una aleta de tortuga se enrede es mínima. Las tortugas marinas utilizan corrientes marinas para viajar por todo el mundo, las cuales las hacen llegar a desovar en bahía Pavón, con playas arenosas, no frente a las jaulas de playas rocosas y acantilados. El área donde se ubicarán las jaulas no interfiere con la ruta utilizada por los neonatos al dirigirse al mar abierto.

Que Gag no genere empleos a locales: La actividad de maricultura no solo genera empleos directos sino también muchos indirectos: hoy 100 millones de personas viven de esta actividad. Gag llegará a generar, entre la crianza y el proceso del atún, más de 80 empleos directos y más de 150 indirectos.

Que Gag interfiera con el turismo: Las islas Canarias, que son una meca europea del turismo de playa, aportan el 25 por ciento de la producción acuícola de España, el mayor productor acuícola de Europa, y en Mónaco, frente a los casinos, existen jaulas de crianza de peces.

Referencias bibliográficas

- Benetti, Daniel. 2005. *Offshore Aquaculture and the Future of Seafood Production*. RSMAS-University of Miami 2005 (www.whoi.edu/cms/files/jmcdowell/2006/1/Benetti_MATFSept2005_5633_6789.pdf).
- Tacon, Albert. 2004. *Contribution of Aquaculture to Current Food Supply: An Overview*. Instituto Hawaiano de Biología Marina, Universidad de Hawai. Manoa (www.oceansatlas.com/unatlas/uses/FisheriesAndAquaculture/Albert%20PresDeletePixSmall.pdf)





Jaula de atún

E. Velarde



Transporte de atún

E. Velarde



Jaula de atún

E. Velarde



Atunes enjaulados nadando

E. Velarde



Cosecha de atún

E. Velarde



Jaula de atún

E. Velarde





Inconveniencia de granjas de atún en Pavones de Golfito

CINDY FERNÁNDEZ Y ANA GLORIA GUZMÁN

Actualmente, la acuicultura y la maricultura están supliendo gran parte de la demanda de recursos pesqueros a nivel mundial debido a que las capturas comerciales parecen estar llegando al límite de su producción. Estos dos procesos implican el cultivo, la crianza, el manejo y la cosecha de organismos acuáticos tanto en áreas continentales como en zonas costeras (Chamberlain y Rosenthal 1995). La acuicultura en general es considerada una actividad importante para el desarrollo sostenible de las comunidades costeras y, para que sea tal, los cultivos deben cumplir con los reglamentos y estatutos internacionales que regulan sus implicaciones ecológicas y socioeconómicas. Las granjas de atún, que no son una forma de cultivo sino un engorde de individuos encerrados en corrales (después de ser extraídos de su medio natural) hasta alcanzar la talla de comercialización, parece que no están cumpliendo con los requerimientos básicos para mantenerse en equilibrio con el ambiente y las necesidades locales.

Este método de producción pesquera es una actividad comercial muy reciente: Japón la empezó en 1980, le siguió Australia en 1990 y España y México la emprendieron en 1998 –entre otros. Los emprendimientos de granjas atuneras en esos y otros países han traído consecuencias en los ámbitos biológico, económico y social. En el Mediterráneo, por ejemplo, se ha observado un gran impacto generado por los barcos cerqueros de las granjas en las poblaciones naturales del atún rojo (*Thunnus thynnus*); provocando malestar entre las comunidades costeras debido al agotamiento del recurso y la interferencia causada por el funcionamiento de las granjas con otras artes de pesca y otras actividades como el turismo y el transporte (FWA 2000). Las consecuencias observadas en estas zonas incluyen también dificultades en la evaluación del estado del recurso, cambios en la calidad del agua debido a una alta liberación de materia orgánica e irregularidades en la calidad del pescado por la acumulación de toxinas en su carne. Asimismo, se asocian las granjas con alteraciones en otras comunidades de organismos marinos, cambios en el hábitat y el aumento de la concentración de nutrientes en el agua (Maunder y Watters 2001).

En Costa Rica es apenas en años muy recientes que se plantea una iniciativa de granja de atún, lo que obliga a evaluar las condiciones en que se plantea desarrollar esa actividad y sus posibles implicaciones.

La granja de atún planteada se ubicaría en el distrito Pavones –cantón Golfito, provincia Puntarenas-, a 1,5 km al sureste de la línea de la costa de punta Banco, viéndose influenciadas por el proyecto las comunidades de Golfito, Río Claro, Punta Banco y Pavones (Cocal Amarillo, La Yerba y Pilón) (Biosfera Consultores S.A. 2004). El área del proyecto corresponde a un polígono rectangular de 1.200 m X 500 m, donde se colocarán las jaulas, sus anclajes y la señalización nocturna. El área de influencia directa (*aid*) es el área que recibe los impactos biológicos, físicos y humanos del proyecto en forma directa y representa un área rectangular de 6.100 m X 2.100 m (Biosfera Consultores S.A. 2004). Para la instalación de las jaulas se contratarán 10 personas y para la etapa de operación se contratarán 64 empleados permanentemente durante los primeros dos años. A partir del tercer año se contratarán 88 trabajadores (Ibid.).

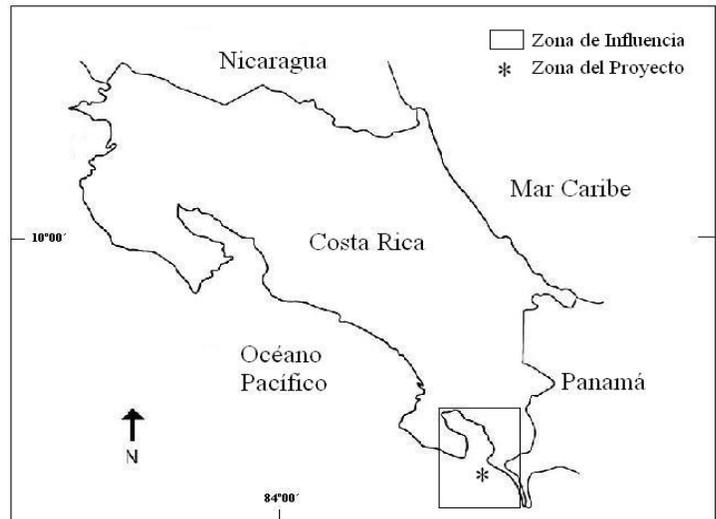
En el *aid* se ubicarán inicialmente cuatro jaulas flotantes (posteriormente 10) de 50 m de diámetro y 17 de profundidad, con una capacidad de 33.362 m³, que estarán paralelas a la costa, y en ellas se colocará atún de 30 a 80 kilogramos capturado por barcos atuneros dentro la zona económica exclusiva (*zee*) de Costa Rica. Los individuos se clasificarán según sus tamaños y se sembrarán a densidades de 3 a 4,5 kg/m³ (es decir, de 1 a 0,75 individuo por m³). De cada jaula se estima obtener 120 toneladas métricas por ciclo, para un período de tres meses de engorde por ciclo y tres ciclos por año. La cosecha la llevarán a cabo buzos que utilizarán un arpón y una red dentro de la jaula (Ibid.).

Respecto de los desechos sólidos por ensamblaje, mantenimiento y reparación de jaulas, la empresa encargada de las granjas plantea que éstos van a ser llevados al basurero de Río Claro o a un relleno sanitario construido por ellos en Pavones o serán reciclados. Además, asegura que los desechos de las cosechas se llevarán a una planta productora de harina de pescado y que se construirá una planta de tratamiento de efluentes (aguas residuales). También se

compromete a realizar estudios de las poblaciones biológicas del bentos y el litoral para monitorear posibles alteraciones de los fondos marinos por desechos metabólicos de los atunes, adoptando el *Código de conducta para la pesca responsable* de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Fao) (Ibid.).

Para el engorde en granja se pretende utilizar el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), que se distribuye mundialmente en mares tropicales y subtropicales y es de gran importancia económica. Los individuos adultos de esta especie pueden llegar a medir 2,1 m de longitud y se ha registrado que pueden pesar hasta 176,4 kg. Esa especie restringe su distribución y movimientos según la temperatura, siendo sensible a las bajas concentraciones de oxígeno; su desove es termo-dependiente, al igual que el desarrollo de las larvas, y se estima que los individuos de esta especie son fértiles todo el año, pero presentan un pico de desove durante los meses del verano (Allen y Robertson 1998, Froese y Pauly 2006).

Considerando las propuestas de la empresa, se puede distinguir una serie de posibles impactos del proyecto tanto sobre el ecosistema como sobre las comunidades locales. En el aspecto biológico podría presentarse una alteración de la calidad del agua y del sustrato por la generación de desechos y la producción de un exceso de materia orgánica, tanto por los sobros de alimento como por los desechos metabólicos generados por los peces. Podría provocarse altas concentraciones de nutrientes en el agua con suspensión y acumulación de sedimentos en el fondo marino, lo que consecuentemente podría afectar el equilibrio químico y la disponibilidad de oxígeno en el agua de la región. La acumulación de peces y la producción masiva de desechos puede dar lugar a problemas con patógenos propiciando el desarrollo de enfermedades, no solo en los atunes sino también en las comunidades nativas que rodeen las jaulas o se acerquen a las mismas.



Por otra parte, la colocación y el tamaño de las jaulas podrían alterar otras poblaciones de animales marinos que se adhieran a las redes o se acerquen a las jaulas atraídos por la concentración de atunes. Además, podrían interferir con las rutas de migración o desove (como es el caso de las tortugas marinas que recorren la zona para llegar a playas de anidación) e incluso con las rutas de desplazamiento naturales (por ejemplo los cetáceos o especies migratorias de peces). Asimismo, algunos sectores de las comunidades humanas aledañas que tienen como actividad económica el avistamiento de ballenas y delfines, podrían verse afectados por una variación en el ecosistema de acuerdo a los impactos analizados anteriormente.

En cuanto a la metodología utilizada por las granjas se puede estimar otros impactos: Al capturar a los individuos de las poblaciones naturales no se estima la biomasa del *stock* (población usada para captura) sino hasta llegar a las granjas, con lo cual se estaría subestimando el tamaño del mismo. Además, no se toma en cuenta el posible impacto de las redes de transporte sobre los ecosistemas marinos, ni los efectos que podrían tener las jaulas sobre las comunidades naturales que habitan en los fondos marinos. Asimismo, no se detalla claramente el seguimiento de las regulaciones internacionales en las cuotas de atunes capturados ni las medidas adecuadas para la comercialización. Es importante evaluar los cambios en la presión de captura del recurso dentro de la *zee*. Por lo tanto, es fundamental considerar la vigilancia del gobierno sobre esta actividad, con el apoyo de las universidades estatales, para dar seguimiento tanto al proceso de captura, engorde y producción como al de tratamiento de desechos sólidos y residuos. Y, de esta forma, velar siempre por que las actividades que se desarrollen en el país beneficien, respeten y protejan los intereses sociales y ambientales locales y nacionales.

Referencias bibliográficas

- Allen, G. y R. Robertson. 1998. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. University of Hawaii Press. Estados Unidos.
- Biosfera Consultores S. A. 2004. *Cultivo de atún Thunnus albacares en jaulas al sureste de punta Banco, Pavones de Golfito, Costa Rica*. Costa Rica.
- Chamberlain, G. y H. Rosenthal. 1995. *Aquaculture in the next century, opportunities for growth challenges of sustainability*. *World Aquaculture* 26(1).
- FWA. 2000. *Fisheries Environmental Management Review: Gascoyne Region, Fisheries Environmental Management Review No. 1, Fisheries Western Australia, Perth, Australia*.
- Maunder, Mark y George Watters. "68ª Reunión interamericana de la condición de atún aleta amarilla en el océano pacífico oriental" (mayo 2001), en www.iccat.es (consultado 4-7-06).





Hallada serpiente matabuey -*Lachesis muta*- en Reserva Alberto Manuel Brenes

JUAN ROJAS

El hallazgo de un ejemplar juvenil de cascabel muda, o matabuey -nombre común de la serpiente *Lachesis muta*-, en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes es de gran trascendencia, porque hasta ahora no había reportes de su existencia en tal área protegida administrada por la Universidad de Costa Rica, según manifestación de los funcionarios competentes. El hallazgo lo hicimos estudiantes de la Maestría en Desarrollo Sostenible de dicha Universidad, bajo la conducción del profesor Eduardo Carrillo. Dicha Reserva está enclavada en la cordillera de Tilarán, al noroeste del país, siendo compartida por las provincias Puntarenas y Alajuela. La mayor parte de esa área protegida drena hacia el Caribe, y la menor parte hacia el Pacífico. Dentro de la Reserva, a 42 km al noroeste de la ciudad San Ramón, a una altitud entre 850 y 900 m.s.n.m. y con temperaturas que oscilan entre 14 y 35 °C, hay una estación biológica: fue a 0,5 km de ésta, hacia arriba y sobre el cauce del río San Lorencito, que se encontró la serpiente.

De acuerdo con información del Instituto Clodomiro Picado (2005), la *Lachesis muta* se localiza en los bosques húmedos de las regiones atlántica y pacífica-sur, hasta unos 1.000 m de altitud. Es una serpiente de gran tamaño, que alcanza unos 3 m, y se han encontrado dos subespecies: *L. m. melanocephala* y *L. m. stenophrys*. Es el único género de la subfamilia Crotalinae que pone huevos, es decir es ovípara. Los huevos, depositados entre julio y agosto, son suaves y permeables, necesitan un ambiente húmedo para embrionar y pueden dar origen a entre 9 y 18 crías. En cuanto a las características de las dos variedades localizadas en nuestro territorio, la de la vertiente atlántica, muy abundante y poco agresiva, presenta unos triángulos en su piel de color café oscuro y una banda postocular; mientras que la subespecie que habita en la costa pacífica es agresiva, más brillante y con una mancha negra que cubre su cabeza en la parte superior y tapa la banda postocular.

En Costa Rica, a la matabuey se le confunde con la serpiente cascabel chil-chil por su apariencia física -por ello el nombre de cascabel muda. Cuando está descansando o esperando atrapar una presa, se arrolla y su grueso cuerpo forma una gran espiral, mostrando su parte negra superior, debido a lo que es llamada también plato negro. Se le llama matabuey porque es capaz de matar grandes animales como bovinos con su mordedura, en la que inyecta un veneno abundante y concentrado que actúa rápidamente.

Según Solórzano (2004), la *Lachesis muta* forma parte de la familia Viperidae, grupo en el que se encuentran 13 especies denominadas tobobas. A otras especies venenosas pertenecientes a este grupo se les conoce bajo las siguientes denominaciones: mocasín (castellana o cantil), terciopelo, bocaracá (oropel o toboba de pestaña), lora, tamagá, mano de piedra, toboba de altura, toboba chinga y víbora de árbol. En general, las serpientes del grupo de las tobobas se han adaptado a vivir en diferentes nichos ecológicos, son altamente reproductivas y pueden encontrarse especímenes de varios tamaños.

En cuanto a la alimentación, y dependiendo del tamaño, comen diversos tipos de animales, por ejemplo artrópodos, roedores, anfibios pequeños y reptiles (iguanas, garrobos y lagartijas).

Aunque se tiene poco conocimiento de los depredadores naturales de la matabuey, se considera que uno de ellos podría ser la zopilota -*Clelia clelia*-, que es una serpiente ofiófaga (con dieta basada en serpientes venenosas), lo que la hace controladora biológica de poblaciones de serpientes venenosas. Otros depredadores podrían ser aves de rapiña como los gavilanes, que cerca de la Reserva Biológica se han observado cargando serpientes.

Por último, es importante observar que, según el Instituto Clodomiro Picado (2005), en Costa Rica se dan aproximadamente 600 accidentes ofídicos anuales, causando entre 8 y 12 muertes producto del efecto de los venenos, y un gran porcentaje se convierten en incapacitados laborales, lo que acarrea un grave problema económico y familiar. Ante esta situación es válido recomendar a la administración de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes el fortalecimiento de los programas de investigación en herpetología y de las medidas de seguridad para los visitantes y trabajadores de la Reserva. También vale la pena hacer las siguientes recomendaciones con base en Rojas (2005): (1)



Matabuey

E. Carillo

Establecer una campaña de información y educación en la Reserva. (2) No matar a estos reptiles porque se pierde el equilibrio ecológico natural; por el contrario, se debe tomar medidas de preservación de los animales depredadores naturales como la serpiente zopilota, el armadillo y las aves de rapiña como el gavián, que puede depredar infantes (en Costa Rica las serpientes están protegidas por la *Ley de conservación de fauna silvestre*). (3) Se recomienda utilizar siempre botas de cuero o hule, ya que el 50 por ciento de las mordeduras ocurren en el pie. (4) No colocar manos ni pies directamente en huecos de árboles, cuevas o debajo de piedras o ramas, sino mejor usar algún instrumento para remover escombros porque las serpientes pueden esconderse en estos lugares. (5) Se debe de tener cuidado en la recolección de frutos, porque recordemos que algunos especímenes viven o se pueden encontrar en los árboles y arbustos. (6) No manipular las serpientes en tanto no se conozca bien las especies venenosas y su comportamiento natural. (7) Orientar a los niños y jóvenes acerca de las serpientes: tipos de envenenamiento que producen cuando muerden y qué se debe hacer en caso de que ocurra una mordedura.

Referencias bibliográficas

- Instituto Clodomiro Picado. 2005. Serpientes venenosas en Costa Rica (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 5 de junio de 2006. Disponible en <http://www.institutoclodomiropicado/html>. Documento.
- Rojas, Juan. 2005. *Situación de la serpiente Bothrops Asper en la comunidad de Río Jesús de San Ramón. Elementos para establecer una campaña de información y educación ambiental. Investigación de curso Conservación Biológica.* [impresión doméstica]
- Solórzano, A. 2004. *Serpientes de Costa Rica. Snakes of Costa Rica.* Inbio. Costa Rica.





Crecer o no crecer, he ahí el dilema

JIMENA UGARTE

A partir de la Revolución Industrial los países autodenominados desarrollados se dedicaron a aumentar la producción de bienes materiales con tal éxito que actualmente producen, consumen y desperdician en exceso. Esta conducta sostenida ha traído consecuencias funestas: deterioro creciente del hábitat natural, huella ecológica superior al 20 por ciento, cambio climático y calentamiento del planeta, aumento en la pobreza, regreso de enfermedades que se creían erradicadas y aparición de nuevas pestes.

El consenso sobre el “necesario” crecimiento del producto interno bruto (*pib*) y el apetito insaciable de nuevos y más bienes materiales nos empuja a un abismo cuya profundidad desconocemos. Y, paradójicamente, se ha constatado que el crecimiento del *pib* no hace a la gente más feliz (ver cuadro). Además de que la teoría de que *el que lo pueda pagar lo puede gozar* se debe acabar; ella, que no es responsable ni solidaria, genera casos como el de que los países ricos exporten descaradamente a los pobres desechos contaminantes convirtiendo a éstos en basureros.

Reacciones a esta actitud se han producido desde diferentes flancos. En Francia están planteando un partido del *decrecimiento* cuya plataforma consistiría en des-mecanizar la agricultura, des-industrializar para favorecer al artesano y restringir todo transporte contaminante. Los estudiosos afirman que el capitalismo y su corolario -el crecimiento perpetuo de la riqueza- entran en contradicción con las leyes de la naturaleza y la segunda ley de la termodinámica -de la entropía-, que establece que la energía una vez usada en una máquina se pierde, se disipa y se vuelve inutilizable.

Basados en estos y otros argumentos podemos afirmar que todo desarrollo sostenible debe basarse en el decrecimiento, dado que toda energía es limitada y la insistencia en los hábitos de consumo “glotones” impediría a las generaciones futuras contar con ella, mientras aumenta la obesidad de una parte del planeta. El decrecimiento pregona una sociedad menos voraz y más sobria, menos alienante y más solidaria. La hipótesis *Gaia*, lanzada en 1970, según la cual la vida terrestre es un sistema que se autorregula, se contrapone al enfoque actual de la economía, que no toma en cuenta el límite de los recursos disponibles.

Como el crecimiento está esencialmente ligado a la sostenibilidad, no importa cuántos ni qué esfuerzos se hagan en producir elementos, edificios y ciudades sostenibles, si la sociedad no lo es. Mientras exista el desequilibrio entre el Norte y el Sur, mientras no se pague a cada país lo justo por sus productos, mientras no se reconsidere el concepto universal de riqueza (solo referida a la moneda), la tan banalizada sostenibilidad no verá la luz y no pasará de ser un pretexto, una excusa o un escudo para muchas incongruencias.

Los organismos internacionales encargados de la paz, de la seguridad alimenticia, de la salud mundial y de la economía justa son en este momento los llamados a provocar un cambio sustancial y a ser más exigentes con la conducta de los países. Por ejemplo, se sabe que la enfermedad del siglo de los países ricos será la depresión y la neurosis, pero en lugar de corregir el estilo de vida y de analizar -a fin de hacer posibles reorientaciones- la familia, el sistema educativo y la transmisión -o no- de valores esenciales, para disminuir de raíz el flagelo, se invierten los recursos en investigar medicinas que traten esos padecimientos. ¿Por qué estos organismos entran o siguen el juego de los grandes intereses comerciales?

Por otro lado, los organismos encargados de la economía mundial, que cada tantas décadas reconocen que “el modelo aplicado no dio los resultados esperados” (ahora el modelo de moda es el del sureste asiático, Irlanda y Chile), deben de ser más visionarios, cautos y justos. Por la extensa explotación que hicieron los países europeos de sus colonias, ¿por qué no aplican un modelo que, por ejemplo, condone las deudas y nos permita empezar de nuevo, pero en igualdad de condiciones? Actualmente, los países que no hacen su tarea, que se portan mal, que producen drogas, que malgastan sus recursos, cuyas poblaciones emigran a países vecinos porque en el propio no hay futuro posible, son los premiados. ¿No debería ser al contrario?

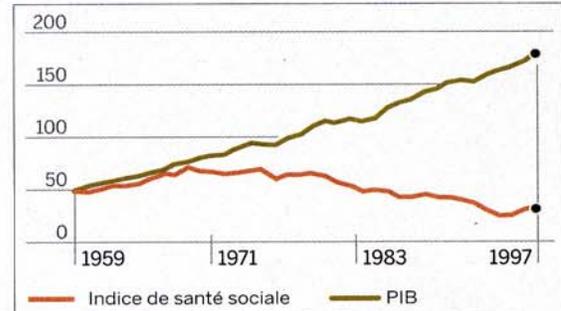
Costa Rica es un país que se ha esforzado por hacer las cosas bien. Ni su pequeñez ni sus escasos recursos han servido de pretexto para no recibir una inmigración equivalente en tamaño al 25 por ciento de la suya propia, y recibirla con plenitud de derechos, sin ayuda internacional. Tales pequeñez y escasez de recursos tampoco fueron

pretextos para, tiempo atrás, no abolir su ejército, ni dejar de mantener una democracia ejemplar, ni dejar de mantener sus parques nacionales contra viento y marea. ¿Por qué no se nos reconocen estos esfuerzos? ¿No sería más cómodo para nosotros urbanizar todo, vender la madera y la fauna de los bosques, iniciar la explotación petrolera, mendigar energía eléctrica, pasearnos en la biodiversidad y ganar mucha plata? Los modelos y los parámetros de medición y calificación son miopes, cortoplacistas y unilaterales.

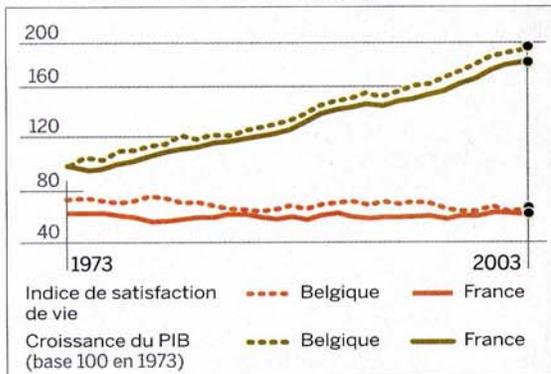
Sin duda, la riqueza máxima de Costa Rica es su biodiversidad y, sin embargo, cada día nuestros santuarios naturales están más afectados por la depredación para desarrollar el turismo (panacea de moda) y adoptar modelos ajenos que, uno a uno (costa española, costa asiática, Caribe), han ido demostrando ser ráfagas de bienestar efímeras. ¿Cuánto puede durar el boom turístico en nuestro país? ¿Quién nos devolverá la biodiversidad si no nos empeñamos en conservarla y aumentarla? ¿No es éste nuestro "petróleo futuro"? Vuelvo al tema del crecimiento: ¿hasta dónde? Desarrollo sí, pero con prudencia y responsabilidad.

www.galeriaambientalista.com

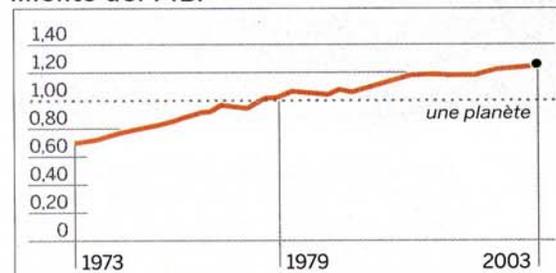
MILES DE FOTOS
DEL AMBIENTE TÍPICO
Y MESOAMERICANO



INDICE DE SALUD SOCIAL, creado en 1959 por el Fordham Institute, fundación americana de investigación. Una síntesis de 16 variables sociológicas que integra temas de violencia, accidentes de ruta ligados al alcohol, el acceso a la vivienda, o las inequidades salariales. El gráfico es claro que a pesar del crecimiento del PIB americano, el de la "salud social" declina.



INDICE DE SATISFACCIÓN DE VIDA concebido por la Universidad Erasmus en Rotterdam, evalúa, en una escala de 0 a 100 "la felicidad" de la población. En Francia y Bélgica el índice está estancado desde 1973, independientemente del crecimiento del PIB.



LA HUELLA ECOLÓGICA es una medida de la presión ejercida por el hombre sobre la naturaleza, medida desde 1999 por el World Wildlife Fund. Las necesidades actuales sobrepasa en un 20% la capacidad biológica de la Tierra para regenerarse. El Norte parece ser el principal responsable, porque se estima que el quinto de la población más rica consume cuatro quintos de los recursos planetarios. Crecimiento económico y crecimiento de problemas ecológicos, parecen ir de la mano.





La revelación del origen en solicitudes de derechos de propiedad intelectual

JORGE CABRERA

Una de las primeras medidas sugeridas para lograr una relación sinérgica entre el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) y los sistemas de propiedad intelectual -en particular el Acuerdo de Propiedad Intelectual de la Organización Mundial del Comercio (Adpic-OMC)- fue la revelación del origen de los recursos genéticos, o el conocimiento tradicional asociado, en las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, fundamentalmente patentes. Desde hace varios años, en el seno del CBD, en la OMC, en la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ompi) y en numerosas actividades e informes, se ha venido insistiendo en la necesidad de impulsar la revelación del origen en solicitudes de derechos de propiedad intelectual (*dpi*).

Las conferencias de las partes del CBD también han abordado la relación entre *dpi* y biodiversidad. Por ejemplo, en la III Conferencia de las Partes la “Decisión III-15” (acceso a recursos genéticos) solicitó al secretario ejecutivo cooperar con la OMC a través de su Comité de Comercio y Ambiente para explorar la medida en que pueda existir vínculos entre el artículo 15 del CBD y el Adpic. Igualmente, en la “Decisión III-17” se reconoció, entre otros aspectos, que se requería más investigación para desarrollar una apreciación sobre la relación entre las provisiones del Adpic y el CBD, particularmente en los puntos relativos a la transferencia de tecnología y la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, la distribución justa y equitativa de beneficios, la protección del conocimiento tradicional, etcétera. La IV Conferencia de las Partes (en 1999, en Bratislavia), además de reiterar algunos de los llamados anteriores, enfatizó la necesidad de asegurar consistencia en la implementación de la CBD y el Adpic con el fin de incrementar el apoyo recíproco entre ambos regímenes y la integración de las preocupaciones relativas a la biodiversidad y la protección de los *dpi* (IV-15). La V Conferencia (en 2000, en Kenia), en la “Decisión V-26”, solicitó a la Ompi y a la Unión Internacional para la Protección de las Nuevas Variedades de Plantas (Upov) que en su labor se tenga debidamente en cuenta las disposiciones pertinentes del CBD, incluidas las repercusiones de los *dpi* sobre la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y en particular el valor de los conocimientos tradicionales. Más adelante invita a la OMC a que tenga en cuenta que el Adpic y el CBD están mutuamente relacionados y llama a que se explore más a fondo esa relación mutua. La Resolución VI/24/C 1: “El papel de los DPI en la implementación de acuerdos de distribución de beneficios”, invita a los gobiernos y partes a promover la revelación del origen de los recursos genéticos en aplicaciones de derechos de propiedad intelectual cuando la materia protegida consista o haga uso de recursos genéticos en su desarrollo, como una posible contribución al rastreo del cumplimiento del consentimiento informado previo y las condiciones mutuamente acordadas bajo las cuales el acceso a esos recursos fue otorgado. El numeral 2 contempla la misma invitación en términos de conocimiento tradicional asociado. En la VII Conferencia de las Partes, la “Decisión VII/ 19” solicita al GTABS identificar los aspectos relativos a la revelación del origen de los recursos genéticos y el conocimiento tradicional asociados en las solicitudes de *dpi*, incluyendo las relativas al certificado de origen/fuente/legal procedencia. Igualmente solicita a la Ompi y a la Unctad preparar estudios sobre la revelación del origen en las solicitudes de *dpi* basados en una lista de tópicos a ser abordados.

Como se indicó, resoluciones de las conferencias de las partes del CBD han hecho mención de la revelación del origen, al menos desde la VI Conferencia de las Partes. Igualmente, las *Guías de Bonn* contienen una referencia al tema al indicar que, como parte de las medidas en países usuarios, se debe de considerar medidas para promover la revelación del origen de los recursos genéticos y del origen de los conocimientos, innovaciones y prácticas en solicitudes de derechos de propiedad intelectual (16.d.ii).

El Plan de Acción de la Cumbre de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, en su párrafo 44, considera la negociación de un régimen internacional que promueva y salvaguarde efectivamente la distribución justa y

equitativa de beneficios. La Asamblea General de Naciones Unidas, en su resolución 57-260 del 20 de diciembre de 2002, invita a la Conferencia de las Partes a tomar las medidas necesarias en relación con el compromiso de la Cumbre para negociar dicho régimen.



Proy. Conservación y uso sostenible del gaspar *Atractosteus*

La VII Conferencia de las Partes acordó iniciar dichas negociaciones. De esta forma, la “Decisión VII/19” reconoce como uno de los elementos del régimen internacional: xiii) un certificado internacionalmente reconocido de origen/fuente/legal adquisición de los recursos genéticos y el conocimiento tradicional asociado; y en xiv) la revelación del origen/fuente/legal adquisición de los recursos genéticos y el conocimiento tradicional asociado. Igualmente, el punto E (medidas para apoyar el cumplimiento del consentimiento informado previo y los términos mutuamente acordados bajo los cuales el acceso se concedió, sección conocida como “Medidas de países usuarios”) de la misma “Decisión” establece la necesidad de abordar aspectos como la revelación del origen como mecanismos para apoyar el cumplimiento de la legislación de acceso y el consentimiento informado previo y los términos mutuamente acordados. El punto 6 requiere al Grupo de Trabajo de Acceso a Recursos Genéticos analizar el tema del certificado de origen incluyendo su factibilidad, costo y practicidad.

La “Decisión VII/19” acuerda convocar nuevamente al Grupo de Trabajo sobre ABS para que “en colaboración con el Grupo de Trabajo del artículo 8 inciso J sobre conocimiento tradicional y asegurando la participación de comunidades y pueblos indígenas, organizaciones no gubernamentales, industria e instituciones académicas e intergubernamentales, elabore y negocie un régimen internacional sobre acceso a recursos genéticos y distribución de beneficios con el propósito de adoptar un instrumento o instrumentos para efectivamente implementar las disposiciones del artículo 15 y 8 inciso J y los 3 objetivos de la Convención”. El grupo operará de conformidad con los términos de referencia que constituyen el anexo de la resolución.

La VIII Conferencia de las Partes del CBD se reunió en Curitiba, Brasil, para analizar el tema del régimen internacional, el cual ocupó uno de los aspectos centrales del debate. Si bien es cierto que fundamentalmente se discutieron aspectos de proceso y no sustantivos, algunos temas de interés fueron acordados.

Por medio de la “Decisión VIII/4” se decide transmitir el anexo al Grupo de Trabajo sobre ABS en su quinta reunión para que, de conformidad con la “Decisión VII/19”, continúe la elaboración de un régimen internacional, incluyendo además los siguientes insumos: (1) los resultados del Grupo de Expertos Técnicos sobre el certificado de origen/fuente/legal procedencia, (2) el reporte de progreso del análisis de lagunas y la matriz y (3) otros aportes sometidos por las partes relacionados con ABS. Se indica que dicho anexo refleja las perspectivas de las partes sostenidas en la reunión de Granada en enero de 2006.

Entre los elementos del anexo, contemplados bajo el título “Distribución justa y equitativa de beneficios”, se incluye la revelación del origen o fuente en solicitudes de *dpi* que hagan uso o consistan en recursos genéticos y conocimiento tradicional incluyendo evidencia del cumplimiento de la legislación del país proveedor en materia de consentimiento informado previo y distribución de beneficios; etcétera. En el acápite D –“Medidas para apoyar el cumplimiento con el consentimiento informado previo y los TMA de las Partes proveyendo recursos genéticos en las Partes con usuarios de tales recursos genéticos en su jurisdicción”- se reafirma que la revelación del origen en solicitudes de *dpi* constituye un elemento de los términos de referencia del anexo a la “Decisión VII/19 D” para la elaboración del régimen internacional. Se reconoce que el tema ha sido tratado en la Ompi y en la OMC y se invita a los foros relevantes a abordar (o continuar) el tema de la revelación del origen en solicitudes de *dpi*, considerando la necesidad de asegurar que el trabajo apoya y no contraviene los objetivos del CBD. Se hace el requerimiento al secretario ejecutivo de que renueve su solicitud de acreditación como observador ante el Consejo del Adpic.

No resulta extraño que el requisito de la revelación del origen/prueba de la legalidad del acceso en materia de propiedad intelectual sea objeto de intensos debates de carácter político y jurídico. Sin embargo, diferentes legislaciones poseen referencias a él, aunque de forma distinta en cuanto a sus consecuencias (por ejemplo, Brasil, la Comunidad Andina de Naciones, Costa Rica, India y Egipto, entre otros). Algunas de las leyes de biodiversidad o de propiedad intelectual de varios países contienen la obligación de revelar el origen del material genético utilizado en las invenciones o variedades vegetales, o inclusive de la prueba de la existencia del consentimiento informado previo o de un certificado de origen que establezca la legalidad del acceso al material genético o al conocimiento tradicional asociado. Esta disposición permitiría apoyar el cumplimiento de las disposiciones del CBD en materia de acceso a recursos genéticos y distribución de beneficios.

En la mayoría de los casos, las leyes europeas que han introducido tal requisito se han referido únicamente a la obligación de divulgar el origen o, en el caso noruego, de probar la existencia del consentimiento informado previo (solo para material genético, no para conocimiento tradicional), pero sus implicaciones no afectan la existencia del derecho de propiedad intelectual en cuanto tal, sino que se ubican en la esfera penal o civil. Asimismo, pocas leyes de obtenciones vegetales, especialmente la de India, consideran tal situación. Como afirma Correa (2005), “[s]i bien el objeto de dicha obligación y su justificación parecen haber sido suficientemente clarificados, y existe considerable apoyo para su materialización, aunque no unanimidad al respecto, resta definir más precisamente los entornos de la obligación y el modo en que sería aplicable ... El ámbito y condiciones de aplicación de la obligación deberán ser funcionales a su objetivo, y cuidar de no imponer una carga desproporcionada a los solicitantes y a los órganos que tengan a cargo su aplicación”.

Desde el punto de vista técnico debe avanzarse en la definición de una serie de elementos que condicionan la forma como la revelación operaría, particularmente si quiere hacerse de este instrumento una herramienta práctica; vale la pena mencionar algunos (véase Correa 2005): (a) *Qué información debe divulgarse*: El objeto de la revelación lo constituirían los recursos genéticos o biológicos, o ambos, y el conocimiento tradicional asociado. (b) *El significado de origen*: Si se refiere al país de origen del recurso o más bien a la fuente -es decir, de quién se recibió el recurso-; al país que aporta o provee el recurso; al origen geográfico del mismo o a una combinación de diferentes opciones -por ejemplo, la revelación de la fuente y, además, si se conoce, del país de origen del recurso. (c) *Qué tipo de información o documentación debe presentarse*: Si el requisito se cumpliera con la simple divulgación de información ésta debiera ir acompañada de una declaración del solicitante o de cierta documentación probatoria respecto del cumplimiento con la legislación de acceso, como copia del contrato de acceso u otro documento autorizador. (d) *Cómo debe presentarse la información*: Se utilizarán términos estandarizados, ciertos contenidos específicos, etcétera. (e) *Cómo se determina la relación entre el recurso biológico/genético y el conocimiento tradicional asociado y la invención*: Por ejemplo, si forman parte de la materia sobre la que se solicitan los derechos de propiedad intelectual, si han sido utilizados en el proceso de desarrollo de la invención, si han sido utilizados para facilitar el desarrollo de la materia protegible, si constituyen el antecedente necesario de la misma, etcétera. (f) *Cuándo debe considerarse que el acceso a los recursos o conocimiento han sido debidamente autorizados*. (g) *Quién y cuándo examina la información*. (h) *Cuáles son las consecuencias del incumplimiento, incluyendo responsabilidad civil o penal, aplicación de disposiciones sobre competencia desleal, sanciones administrativas, suspensión del trámite de solicitud, revocación o nulidad de los derechos cuando la información es insuficiente o falsa, exigencia de la transferencia parcial o total de los derechos de patentes conferidos para efectos de asegurar la justa participación en los beneficios, exigir la restitución de cualquier beneficio recibido, etcétera*.

Otros aspectos merecen ser considerados: (a) El instrumento tiene un impacto limitado en la prevención de la apropiación indebida o biopiratería y por ello debe ser acompañado de otros mecanismos complementarios -por ejemplo, en algunos de los casos documentados de apropiación indebida mediante patentes se realizó mención del origen geográfico del recurso. Se requiere mecanismos complementarios que permitan mejorar la calidad del otorgamiento de las patentes y otros derechos de propiedad intelectual, tales como mejoras en los sistemas de búsqueda a efectos de determinar la novedad de las invenciones; ellos ya han sido explorados en el seno del Comité Intergubernamental sobre Recursos Genéticos y Propiedad Intelectual, Conocimiento Tradicional y Folklore de la Ompi. (b) Asimismo, se debe de considerar la capacidad de los países para monitorear efectivamente las solicitudes de patentes y las patentes otorgadas a efectos de determinar si existe un uso inapropiado de los materiales; aun en los casos de detección de usos inapropiados cabe cuestionar la capacidad económica y financiera para poder invalidar las patentes en jurisdicciones foráneas, proceso costoso y largo. En este orden de ideas, nuevamente surge la necesidad de estudiar otras medidas de países usuarios -que, por ejemplo, faciliten el acceso a la justicia- como necesarias para alcanzar los objetivos del CBD. (c) Una forma de prevenir la apropiación indebida consiste en mejorar el acceso a información existente en dominio público y hacerla disponible a los técnicos encargados de la revisión de las patentes, para determinar la novedad de ellas y el arte previo; éste constituye uno de los aspectos que ha venido trabajando la Ompi a través del Comité Intergubernamental. (d) Por último, aunque estas disposiciones se han establecido en leyes de patentes de algunos países, o leyes de biodiversidad y similares, es igualmente aconsejable que, desde la perspectiva estrictamente nacional, los países comiencen a introducir en sus leyes de acceso o similares la obligación estatutaria de exigir, al otorgar acceso, que se revele el origen o fuente del recurso si el solicitante del acceso presenta una solicitud de patente. Aunque no es posible afirmar tajantemente si las oficinas de patentes tomarán en cuenta, y de qué forma, estas disposiciones legales o contractuales y si actuarán en contra de una solicitud que las incumpla, es una medida que merece ser considerada. Incorporar esta disposición requeriría de acciones a nivel nacional y no debería esperar a las conclusiones de las negociaciones internacionales del régimen o de la misma OMC.

Asimismo, debe de mencionarse las potenciales implicaciones de los tratados de libre comercio -suscritos y ratificados por numerosos países con Estados Unidos y la Unión Europea- y sus correspondientes disposiciones sobre *dpi*. Por ejemplo, en relación con el Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica, República Dominicana y Estados Unidos se ha indicado que se establece una limitación en materia de divulgación o revelación del origen. El lenguaje utilizado en tal Tratado proviene directamente de la legislación de Estados Unidos al decir que “Cada Parte establecerá que la divulgación de una invención reclamada debe considerarse que es suficientemente clara y completa si proporciona información que permite que la invención sea efectuada o utilizada por una persona diestra en el arte, sin experimentación indebida, a la fecha de presentación” (artículo 15.9.9). En este orden de ideas, la duda que surge es si el texto impide solicitar mayor información al momento de divulgar la patente. Tampoco se menciona la necesidad de indicar cuál es el mejor modo de llevar a cabo la invención, como se requiere en numerosas leyes nacionales. (No existe, sin embargo, una interpretación unívoca respecto de las consecuencias de este lenguaje sobre la posibilidad de exigir la revelación del origen. Por otra parte, según algunos comentaristas, en la región andina la situación se presenta diferente y las obligaciones de revelación y prueba de la legalidad del acceso contenidas en las decisiones andinas prevalecen sobre los *tlc* -por ejemplo, en el negociado entre Perú y Estados Unidos.)

La revelación del origen, pues, constituye uno de los elementos que deben de ser integrados en el régimen internacional, considerando adicionalmente los esfuerzos y avances realizados a la fecha en la materia, particularmente en la OMC, la Ompi y el propio CBD. La revelación del origen permitiría evitar la apropiación indebida de los recursos genéticos y conocimiento tradicional asociado, convirtiéndose no solo en una medida de transparencia en el otorgamiento de *dpi* sino, además, en una medida de carácter defensivo dirigida a tutelar el conocimiento tradicional contra su apropiación indebida o irregular.

Referencias bibliográficas

Correa, Carlos. “Alcances jurídicos de las exigencias de divulgación del origen en el sistema de patentes y derechos de obtentor”, en *Documentos de Investigación, Iniciativa para prevenir la biopiratería* Año 1, No. 2, agosto 2005.



Riesgos ambientales de la nanotecnología: nanopartículas y nanoestructuras

GIAN CARLO DELGADO

Resumen

La nanotecnología, que manipula la materia a la milmillonésima de metro, es asumida como uno de los frentes tecnológicos del siglo XXI de mayores expectativas e implicaciones. Por el momento, el grueso de avances se centran en el desarrollo de novedosos nanomateriales para uso diverso. Las propiedades únicas de las nanopartículas y nanoestructuras que los componen sugieren potenciales implicaciones ambientales y sobre la vida debido a lo incierto de sus interacciones y efectos. Cómo se está asumiendo, evaluando, confrontando y distribuyendo el riesgo ambiental de la nanotecnología son aspectos objeto de esta reflexión.

Nanotechnology, that manipulates matter to the thousand millionth of meter, is assumed as one of the technological fronts of the 21st century of greater expectations and implications. For the moment, most of the advances are centered in the development of new nanomaterials for different use. The unique properties of the nanoparticles and nanostructures that compose them suggest potential implications on the environment and on life due to the uncertainty of their interactions and effects. How the environmental risk of nanotechnology is being assumed, evaluated, confronted and distributed are aspects object of this reflection.

Las promesas que genera la nanotecnología son de tal magnitud que varios países y sus multinacionales, y el grueso de estados capitalistas centrales, están incrementando exponencialmente sus gastos en investigación al respecto. Se dice que entre los campos de operación de mayor potencial en el corto/mediano plazo figuran los que permiten: (1) la construcción de estructuras materiales novedosas, (2) aplicaciones en el procesamiento, almacenamiento y transmisión de información, (3) desarrollo de sistemas sensoriales y (4) usos químicos y nanobiotecnológicos. En el largo plazo destaca, entre otras áreas, el potencial del autoensamblaje de la materia (fabricación de autoensambladores o nanofábricas y nanorrobots -si es que eso es técnica y físicamente posible).

La descripción más adecuada de nanotecnología tal vez sea la contenida en las definiciones oficiales y que, en general, coinciden en que se trata de una tecnología que opera a la nano escala, es decir que trabaja en dimensiones de entre 10^{-6} a 10^{-9} de metro o, siendo más precisos, la que, como indica la Royal Society, opera manipulando estructuras y sus interacciones de entre los 100 nanómetros (nm) hasta el tamaño de los átomos (aproximadamente 0,2 nm). Ello responde a que a esa (nano) escala las propiedades de los materiales pueden ser muy diferentes que a la macro escala (The Royal Society 2004). No obstante, algunas disciplinas como la denominada nanofotónica siguen esencialmente haciendo el mismo tipo de investigaciones que cuando se denominaba fotónica. El caso es compartido por otras áreas de conocimiento científico-tecnológico, lo que sugiere que dicha tendencia de disciplinas madres e hijas (nano) es reflejo de una debilidad de las fronteras entre las disciplinas que operan a una misma escala, pero no como producto de una convergencia espontánea, sino como consecuencia del avance del conjunto de fuerzas productivas capitalistas de fines del siglo XX y de lo que va del XXI.

Por el momento, casi todas las aplicaciones vienen girando en torno al perfeccionamiento de materiales existentes y a la innovación de nuevos materiales. Ésos están siendo utilizados en productos de lujo como bolas de tenis, golf o boliche (a fin de reducir el número de giros que dan las mismas); nanopartículas de zinc para la fabricación de neumáticos de alto rendimiento; fibras para la fabricación de telas con propiedades antimanchas o antiarrugas;

nanopartículas para cosméticos, fármacos y nuevos tratamientos terapéuticos; filtros-membranas de agua nanoestructurados y “remedios” ambientales; mejora de procesos productivos mediante la introducción de materiales más resistentes o eficientes; diseño de nuevos materiales para usos que van desde la electrónica, la aeronáutica y toda la industria del transporte hasta su aplicación en armas más sofisticadas y novedosas (explosivos, balística, materiales antibala y *stealth*, etcétera).

Las propiedades de tales materiales nanoestructurados, sustento de éstas y otras aplicaciones, ya han generado un doble llamado de atención. Por un lado, se observa los amplios beneficios que posibilitaría la reestructuración de prácticamente todo el entorno material que nos rodea pero, por otro lado, se identifica las posibles implicaciones que esa transformación generaría en el ambiente y, de ahí, en la salud, puesto que estarían presentes novedosas nanopartículas y nanoestructuras diseñadas por el ser humano (en adelante simplemente denominadas nanopartículas o nanoestructuras) cuyas características, en su gran mayoría, son todavía desconocidas.

Principales tipos de nanopartículas

Cuatro son las principales clases en las que en general son clasificados los nanomateriales (Epa 2004: 6): (1) Materiales de base de carbón: con formas esféricas, elipsoidales o tubulares; los fullerenos ¹ esféricos son a veces denominados *buckyballs*, mientras que los cilíndrico-tubulares como *nanotubos*; sus propiedades fundamentales son su reducido peso y su mayor dureza, elasticidad y conductibilidad eléctrica, entre otras. (2) Materiales de base metálica: pueden ser *quantum dots* (puntos cuánticos o transistores de un solo electrón ²) o nanopartículas de oro, plata o de metales reactivos como el dióxido de titanio, entre otras. (3) Dendrimeros: polímeros nanométricos construidos a modo de árbol en el que las ramas crecen a partir de otras y así sucesivamente; las terminaciones de cada cadena de ramas pueden diseñarse para ejecutar funciones químicas específicas -una propiedad útil para los procesos catalíticos-; además, dado que tienen cavidades internas, su uso médico para la “entrega de droga” es factible (lo mismo sucede con el caso de algunas estructuras de carbón y metálicas). (4) Composites: combinan ciertas nanopartículas con otras o con materiales de mayor dimensión; el caso de arcillas nanoestructuradas es un ejemplo de uso extendido para la fabricación de diversos productos (e.g. autopartes).

Implicaciones ambientales de los nanomateriales

Se ha señalado que las propiedades que se están aprovechando de las nanoestructuras y nanomateriales mencionados (por ejemplo: su superficie altamente reactiva y su habilidad de atravesar membranas) podrían significar peligros importantes en especial por su grado potencialmente elevado de toxicidad (The Royal Society 2004: 35). Las implicaciones ambientales en relación con tal toxicidad y con la biodegradabilidad de las nanopartículas y los efectos de éstas en la salud de las diversidad de especies (incluyendo la humana), en el corto y en el mediano plazo, son de consideración puesto que se estima que podrían interferir en las funciones vitales (Ibid.). La bioacumulación y persistencia de las nanopartículas a lo largo de la cadena alimenticia es también un factor digno de observación detenida ³.

El asunto es complejo dado que en la nanociencia hay notables vacíos de conocimiento, entre los se identifica como más importantes: (a) la insuficiente definición “del punto” en el que de hecho las propiedades cambian en relación con el tamaño (macro/micro/nano escala), (b) la limitada claridad acerca de esas propiedades de la nanoescala y (c) el casi nulo conocimiento de las implicaciones de la interacción de tales o cuales nanoestructuras con el medio natural (Delgado 2006: 11-16).

La ingeniera ambiental Nora Savage, de la Environmental Protection Agency (EU), indica al respecto que “los compuestos sobre los que tenemos datos toxicológicos, de destino/transporte o de bioacumulación/biodisponibilidad tal vez necesiten ser re-analizados debido al hecho de que en la nanoescala las propiedades químicas y físicas usualmente se alteran ... [E]stamos aprendiendo que: (1) estos materiales necesitan ser [física y químicamente] bien caracterizados de modo que los resultados de las investigaciones puedan ser comparables, (2) que puede no ser tan apropiado examinar el uso de nanomateriales diseñados que el de los productos consumibles en los que éstos son

¹ Un fullereno es la tercera forma alotrópica de carbono (diamante, grafito y fullereno). Fue descubierta en 1985 como una sustancia donde cada molécula poseía sesenta átomos de carbono engarzados a modo esférico o elipsoidal. Si bien el C60 es el más común, también hay fullerenos de carbono de más átomos como el C70, C84, C240, C540. En 1991 se detectó una forma más de carbono, el nanotubo, que es un fullereno muy grande pero de forma lineal.

² Un punto cuántico es una estructura cristalina a nanoescala que puede transformar la luz. Se puede definir como una partícula de materia tan pequeña (el 70 por ciento de sus átomos son de superficie) que la adición de un único electrón produce cambios en sus propiedades. El punto cuántico se considera que tiene una mayor flexibilidad que otros materiales fluorescentes, lo que lo hace apropiado para utilizarlo en construcciones a nanoescala de aplicaciones computacionales donde la luz es utilizada para procesar la información. Los puntos cuánticos están hechos de una variedad de diferentes componentes, tales como cadmio y selenio (Diccionario de Conceptos de Euroresidentes, en: www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/diccionario/puntos_cuanticos.htm).

³ La bioacumulación de nanopartículas es en buena medida determinada por las propiedades de sus superficies, lo que a su vez define si son retenidas por tejidos grasos, hueso o proteínas del cuerpo. La persistencia dependerá, en cambio, de su descomposición o modificación por el ambiente (The Royal Society 2004: 45).

incorporados y que (3) no es suficiente afirmar que los nanomateriales fijados o incrustados en matrices no implican peligro ambiental o humano alguno -el destino final del producto debe ser considerado: si el producto es quemado, puesto en la tierra con líquidos y gases reactivos, reciclado, etcétera” (Ibid.: 14).

Vicki Colvin, directora ejecutiva del Centre for Biological and Environmental Nanotechnology de la Rice University, asegura entonces que “ya sea un catalizador de zinc incrustado en el caucho de un neumático o plomo en pintura para casas, la concentración de sustancias no-naturales en el ambiente incrementará en proporción directa con su uso en la sociedad. Si las aplicaciones de nanomateriales de ingeniería se desarrollan como se tiene proyectado, el incremento de concentraciones de nanomateriales en el agua subterránea y la tierra puede representar los canales de exposición más significativos para evaluar los riesgos ambientales” (Colvin 2003: 1166-1170).

Según notifica Mihail Roco, director del subcomité en Nanoscale Science, Engineering and Technology del National Sciences and Technology Council, que asesora al ejecutivo de EU, en la coyuntura actual las preocupaciones inmediatas cubren aspectos que van desde un mayor conocimiento acerca de la toxicidad de los nanoprodutos, los mecanismos y rutas de exposición a nanoprodutos en el aire, agua y suelo, hasta la efectividad de equipo protector para los que manejan tales productos como ropa y respiradores, las reacciones celulares ante nanopartículas o nanoestructuras y los mecanismos de prevención de escape de nanopartículas sintéticas en el ambiente (Roco 2005: 108A).

Para ello es necesario determinar de modo general y particular las características de los nanomateriales en interacción con el medio natural (y consecuentemente de sus posibles transformaciones). Esto es, por tanto, aspectos como: sus mecanismos de transporte o movimiento en aire, tierra y agua y su capacidad de difusión (e.g. aerodinámica, de filtración en medios porosos como la tierra, o de disolución/dispersión en medios acuosos), de aglomeración, de deposición húmeda y seca, de sus propiedades gravitacionales; de su reactividad con moléculas o nanopartículas naturales (no diseñadas o nanoestructuradas) y cómo ello afecta sus características generales, incluyendo su toxicidad, o de cambios inducidos por reacciones fotocatalizadoras o inducidas por condiciones anaeróbicas (Epa 2005: 35-38).

Y es que algunas de las potenciales implicaciones de las nanotecnologías ya comienzan a vislumbrarse. La Royal Society suscribió en 2004 que “la evidencia sugiere que por lo menos algunas nanopartículas manufacturadas serán más tóxicas por unidad de masa que aquellas del mismo químico pero de mayor dimensión. Esta toxicidad está relacionada al área de superficie de las nanopartículas (que es mayor respecto a su masa que en el caso de partículas más grandes) y a la reactividad química de la superficie (que puede incrementarse o reducirse mediante el uso de una película envolvente dada -*surface coatings*)” (The Royal Society: ix).

Tal reactividad química de la superficie de las nanopartículas es de mayor consideración ambiental pues se piensa que las enzimas naturales presentes en el ambiente pueden cambiar las propiedades de la superficie de las nanopartículas y convertirlas en coloides (partículas que no se conglomeran y que no se depositan, por lo que mantienen un alto grado de movilidad en líquidos)⁴. Estas nanopartículas con características coloidales, según un informe de la aseguradora Swiss Re, podrían ser ideales para la transportación a larga distancia (dígase acuíferos) de material tóxico como contaminantes hidrofóbicos y metales pesados, por ejemplo al reaccionar con moléculas mayores pero de menor movilidad como las ya contenidas en fertilizantes y pesticidas (Hett 2004).

Igualmente se advierte que, considerando la reactividad de los fullerenos, éstos se tornan potencialmente tóxicos sobre todo si se toma en cuenta que son materiales lipofílicos que tienden a ser almacenados por los organismos en zonas de tejidos grasos. De ahí que Eva Oberdorster (2004: 1058-1062) haya corroborado que los fullerenos como el C₆₀ pueden inducir un estrés oxidante en los cerebros de los peces róbalo. Más aun, Lovern y Klaper (2006: 1132-1137) sugieren un considerable grado de mortalidad del *Daphnia Magna* (un diminuto crustáceo, popular alimento para peces de acuario, y usualmente utilizado por su sensibilidad en estudios de ecotoxicológicos) cuando son expuestos a nanopartículas de dióxido de titanio (TiO₂) y al fullereno C₆₀.

Otros estudios de Oberdorster *et al.* (2002: 1531-1543, 2004: 437-445) sostienen también que, con base en estudios con ratas, las nanopartículas de carbón pueden entrar directamente desde la nariz hacia los lóbulos olfativos y hasta el cerebro, a través de los nervios olfativos (Mark 12-14 octubre 2004: 33).

Otros estudios han señalado que, además de que ciertos nanomateriales podrían ser efectivos como agentes bactericidas tanto para bacterias positivas como negativas en un cultivo dado, en particular los fullerenos del tipo C₆₀ podrían potencialmente inhibir de modo importante el crecimiento y la respiración de los microbios (Epa 2005: 59). Asimismo, Yang y Watts (s.f.: 122-132)⁵ reportan que las nanopartículas de aluminio (de 13 nanómetros) pueden estar involucradas en el enlentecimiento del crecimiento de las raíces de plantas como el maíz, calabacín, soya, col y

⁴ Por ejemplo, Colvin sostiene que ciertos nanomateriales podrían absorber pequeños contaminantes como el cadmio y otros compuestos orgánicos, y, consecuentemente, como los coloides, podrían ser una vía de transporte rápido y a larga distancia de contaminantes en las aguas subterráneas (Colvin 2002).

⁵ Yang, L. y D. J. Watts. “Particle surface characteristics may play an important role in phytotoxicity of alumina nanoparticles”, en *Toxicology Letters* 158:122-132.

zanahoria. Aunque si las nanopartículas son cubiertas de fenantrene (un hidrocarburo aromático) dichos efectos se aminoran. El caso de nanopartículas de aluminio de mayor dimensión no registraron tal impacto en las plantas y los resultados se limitan a ensayos de laboratorio. De ser válidos los señalamientos anteriores fuera del laboratorio, el impacto de la masiva liberación de esas nanopartículas y nanoestructuras en el ambiente podría ser devastador, sobre todo en las zonas endémicas y megadiversas del orbe.

De cara a tales y otras indagaciones científicas que de entrada muestran lo limitado que aún es el conocimiento sobre el comportamiento y características de las nanoestructuras, la respuesta general de esa comunidad ha sido que los resultados son provisionales y que traen más preguntas que respuestas, razón por la que, según Eva Oberdörster, se trata en el peor de los casos más bien de “luces amarillas” y de ninguna manera de “luces rojas” (Feder 2004). De cualquier modo, como acertadamente advierte Altmann, “llama la atención el hecho de que las nanopartículas estén siendo usadas en productos haciendo solo uso de la licencia sobre el material en bruto a pesar de que cada artículo sobre la temática sostiene que (1) a la nanoescala la materia muestra diferentes propiedades, y (2) las nanopartículas pueden entrar a través de los poros donde otras más grandes no pueden” (Delgado Junio-2006: 14).

Efectivamente, todo indica que los cuidados, las regulaciones y las responsabilidades de quienes están desarrollando tales o cuales aplicaciones no están correspondiendo a la complejidad de este frente tecnológico. Como advierte ETC Group (Junio-2004) desde 2004: la nanociencia y la nanotecnología se están desarrollando en un vacío de regulación. El señalamiento aún es válido al día de hoy, aunque hay que reconocer que a partir de 2005 sí se reconoce formal y extendidamente la existencia de potenciales peligros y la urgencia de investigaciones mayores desde las cuales *eventualmente* se desprenderían las regulaciones “necesarias”.

No sorprende entonces que en este panorama todavía de vacío de regulación ya existan cientos de productos con nanoestructuras o nanopartículas en el mercado mundial sin mayor regulación específica ⁶. Ni mucho menos que se sucediera tal vez uno de los primeros incidentes con un producto comercial que al parecer hace uso de nanopartículas. Me refiero al sonado caso del spray de limpieza Nano Magic, de Kleinmann (Alemania), que ocasionó en abril de 2006 efectos de intoxicación a 78 personas y que resultará en el retiro del mercado de ese producto (al menos provisionalmente) ⁷. Tal vez lo más coherente de cara a la supuesta ausencia de resultados contundentes sobre los potenciales riesgos ambientales y a la salud sea, en efecto, la aplicación del *principio precautorio*.

Nanopartículas y riesgo

En el estudio de los posibles impactos negativos de la nanotecnología hay un acuerdo entre los concedores del tema a nivel internacional -explícito e implícito- de legitimación del debate sobre las nanopartículas y los nanomateriales; no así en el caso de las implicaciones éticas y socio-económicas de los avances resultantes de las *tecnologías convergentes* (nanotecnología-biotecnología-electroinformática) ⁸. Al mismo tiempo, hay igualmente una generalizada descalificación de los debates sobre los peligros que podría acarrear la nanotecnología de manufactura molecular (del tipo de Eric Drexler) a pesar de que aún no se ha demostrado científicamente su inviabilidad ⁹. Tener presente este escenario es útil cuando uno da cuenta de por qué muchos especialistas insisten en hablar de los riesgos de la nanotecnología desde ópticas encuadradas en distintos tipos de nanotecnologías y en diversos marcos temporales de su desarrollo.

Por ejemplo, Berube señala de manera cierta pero comprometida que “una falsa creencia en los estudios de riesgo ha sido que las consecuencias futuras han de ser examinadas de cara a las capacidades actuales para minimizar el grado de peligro. Como tal, mientras la nanotecnología en el año 2.250 podría incluir nanorrobots replicantes, también incluiría medios avanzados para mitigar los impactos que éstos podrían generar” (Berube 2005: 278). Correcto, pero se trata de una posición que peligrosamente raya con el *optimismo tecnológico* y que de acogerse podría resultar en una postura política que irresponsablemente minimizara el grado de riesgo de las aplicaciones nanotecnológicas en el largo

⁶ Para una lista de los productos que abiertamente reconocen el uso de nanopartículas, véase la página del proyecto en “Nanotecnologías Emergentes” del Woodrow Wilson International Center for Scholars en: www.nanotechproject.org/index.php?id=44&action=view

⁷ El caso ha sido resultado de un alto grado de irresponsabilidad. La versión de la empresa es que el producto es el único producido por una filial (cuyo nombre no reveló), razón por la cual no se tuvo los mismos niveles de control que con el resto de productos de la compañía (incluyendo otros que también usan nanopartículas). La comunidad de “expertos” sostiene que aún no se sabe si en esos spray había realmente nanopartículas, y, en caso de que sí, de lo que se trataría es de un caso de impertinencia y no de incertidumbre de la nanotecnología per se pues Kleinmann probablemente desconocía los estudios de seguridad ambiental y de salud sobre los compuestos que estaba utilizando. No obstante, el producto estaba etiquetado como seguro. Véase Weiss 6-4-06. Para la versión de Kleinmann, consúltese: www.kleinmann.net/html/index.php?name=News&file=article&sid=117.

⁸ Por ejemplo, entre las más cuestionables están aquellas aplicaciones dirigidas a la manipulación del cuerpo mediante sofisticados implantes u otros procedimientos y que están siendo calificadas por EU como la “mejora del cuerpo humano” (lo que sea que eso signifique). Véase: Roco 2002.

⁹ Una de las principales razones de dicha descalificación sin basarse en una seria y detenida evaluación científica de su viabilidad, es que Drexler advertía que, a pesar de los inmensos beneficios que este tipo de nanotecnología podría ofrecer, al mismo tiempo podría traer complejos problemas como el que denomina gray-goo o nubes de nanorrobots autorreplicables fuera de control (Drexler 1986). La aceptación de la remota posibilidad de tal riesgo (si es que es física y técnicamente posible) resulta en términos políticos inaceptable pues significaría el rechazo público de la investigación y desarrollo de la nanotecnología, lo que complicaría y restringiría su avance y afectaría los fuertes intereses en el nanonegocio. Para una discusión crítica al respecto, véase: Mody 2004: 99-128.

plazo y que, además, no necesariamente sería atinada pues en el futuro próximo se podrían revelar fuertes límites científico-tecnológicos que restringirían las mencionadas soluciones tecnológicas y, por ende, muchas consecuencias serían entonces irreversibles. No obstante, debe notarse que la minimización de riesgos sí es una posición política altamente funcional respecto de la lógica del capitalismo, pues lo importante es el aquí y el ahora, las transacciones de mercado y los efectos en el corto plazo. Como diría Keynes, “en el largo plazo todos estaremos muertos”.

Además, debe darse cuenta de que las repercusiones del estrechamiento del estudio sobre las implicaciones de la nanotecnología en el largo plazo (por ésta y otras razones) son mucho más sutiles de lo que parecen. Por ejemplo, el motor de combustión interna en sí mismo no genera grandes impactos. Sin embargo, cuando vemos en el largo plazo el empleo masivo de éste, nos topamos con repercusiones no solo en lo referente a la disponibilidad de fuentes de combustible sino, sobre todo, en lo atingente a los efectos que producen los gases generados por la quema de éstos en millardos de motores funcionando a la vez. Las soluciones tecnológicas al motor de combustión interna en el grueso de los casos ciertamente ya existen, pero los impactos sobre el efecto invernadero y el calentamiento global ya son patentes. Y, más aun, la implementación de contramedidas tecnológicas ya no depende de la existencia de tales soluciones, sino de intereses socioeconómicos y relaciones sociopolíticas establecidas. Por tanto, la potencial y eventual “minimización” de los efectos de una tecnología dada en el largo plazo -por la vía del propio desarrollo tecnológico- no parece ser conveniente, pues las consecuencias de nuestras decisiones actuales tendrán que ser resueltas (o no) por las generaciones futuras, si es que nuestros cálculos sobre el avance tecnológico fueron correctos y si nuestra dimensión de precaución sobre la amplitud de los efectos e implicaciones fue la “adecuada”.

Conviene entonces preguntarse hasta qué punto vale la pena correr los riesgos de abrir la caja de Pandora de la nanotecnología en el futuro y a qué costo; sobre todo en un escenario en el que buena parte de la investigación, a decir de la Dra. Dehmer, de la Office of Basic Energy Sciences del Departamento de Energía de EU, está centrándose en un gran reto: “tomar diferentes tipos de nanoestructuras en las que la naturaleza no ha pensado, ponerlas juntas en diversas formas de modo que podamos hacer cosas que la naturaleza no ha hecho y, en particular, hacer cosas que sean más robustas que los sistemas naturales” (United States Senate 23-9-03: 7).

En el caso de las nanopartículas se han de realizar, entonces, estudios sobre su reactividad *per se* y sus interacciones con el ambiente, no solo inmediatas y reducidas a espacios determinados sino también en el largo plazo y en una situación de saturación ambiental con diversas nanopartículas pululando y potencialmente reactivas que, además, no tienen nada de natural, pues las ha diseñado el humano (¿si fueran tan convencionales para qué se estarían nanofabricando?). Las aproximaciones del flujo de los nanomateriales desde la perspectiva de la ecología industrial pueden ser de gran ayuda para tal propósito.

Lo mismo sucede con las nanopartículas en relación con la salud humana, pues la investigación precautoria no solo debe enmarcarse en torno a análisis toxicológicos (exposición inmediata) sino también a las potenciales implicaciones de largo plazo que podría generar una convivencia permanente con esas nanopartículas (dígase potenciales modificaciones genéticas hereditarias¹⁰).

La incertidumbre de lo que califica atinadamente Paulo Martins (Delgado Junio-2006) como la creación de una “nueva naturaleza” sugiere ser mayor, al grado que aseguradoras como Allianz AG (Alemania) ya consideran que “los riesgos de la nanotecnología tendrán que ser parte del portafolio de seguros industriales”¹¹.

Por tanto, la incertidumbre de la disruptiva nanotecnología y el coste de los accidentes que eventualmente podrían, o no, suceder han de ser tomados en cuenta pero evitando las soluciones con tinte de optimismo tecnológico y tomando nota de las particularidades vistas en toda su amplitud espacio-temporal. Con este tipo de ejercicios de reflexión se puede visualizar mejor los posibles costos de las decisiones tomadas hoy; quiénes pagarían ese coste ahora y en las generaciones futuras, y quiénes recibirían tal o cual beneficio (potencial o real). Y es que no es más que teniendo clara la complejidad del asunto, tanto en el corto, en el mediano como en el largo plazo, que se puede tomar decisiones más responsables -aunque no necesariamente correctas- y, más aun, socialmente concertadas (con la siempre compleja cuestión de cómo tomar en cuenta “las opiniones” de las generaciones futuras).

En esta coyuntura de manejo de riesgo e independientemente de la manera en la que se ha gestionado (pro-activa y/o reactivamente; ya sea en el “aquí y el ahora” o en el “hoy, aquí, el mañana y allá”), Andrew Maynard sugería a principios de 2006 que los gobiernos y la industria debían incrementar su gasto en investigación sobre los riesgos para el ambiente y para la salud provenientes de las nanotecnologías, pues de los nueve millardos de dólares que se gastan a nivel mundial en IyD nanotecnológico solamente entre 15 y 40 millones anuales son destinados a investigaciones de

¹⁰ Tómese nota de un estudio de Yusaku Nakabeppu et al. (citado por Coghlan 6-5-06: 16) en el que se sugiere que los agentes ambientales con capacidad de causar cambios químicos en el ADN pueden incrementar a lo largo de la vida la cantidad de mutaciones que ocurren en nuestro ADN durante la formación de huevos o células espermatozoides y, por tanto, heredar tales mutaciones que podrían influir fuertemente en el reordenamiento de los cromosomas.

¹¹ La aseguradora especifica que “varios puntos básicos definen posibles escenarios de riesgo por nanopartículas: (a) un alto incremento en el número de personas que estarán expuestas; (b) potenciales efectos dañinos que se esperan se desarrollen en largos periodos de varios años; (c) en casos individuales será difícil establecer una relación causal entre las acciones de una compañía y la resultante injuria o daño; (d) la exposición ocupacional es la mayor preocupación; (e) una cierta cercanía con pérdidas mayores del pasado será evidente” (Lauterwasser 2005: 5).

riesgos. “¿Es suficiente?”, cuestionaba Maynard, al tiempo que respondía: “bueno, creo que eso depende de que tan serios somos en cuanto al desarrollo de nanotecnologías seguras”¹².

Este señalamiento ya había sido puesto sobre la mesa desde 2004 por ETC Group cuando advertía que debido a que las aplicaciones y las implicaciones están mezcladas en el entonces 11 por ciento del presupuesto gubernamental de EU para Investigación Nanotecnológica en Salud y Medio Ambiente, realmente es difícil saber cuánto del financiamiento es destinado a determinar el riesgo y la toxicidad y cuánto al desarrollo de productos para ser utilizados en el ambiente o la medicina.

No es casual que David Rejeski, director del proyecto en Nanotecnologías Emergentes del Woodrow Wilson International Center for Scholars, señalara en una audiencia ante la Casa de Representantes de EU que “necesitamos una completa y transparente revelación de todas las investigaciones en medioambiente, salud y seguridad que están siendo financiadas por el gobierno -de todos los proyectos, no solamente la suma monetaria de éstos. Ello nos permitirá identificar los vacíos, mejorar la asociación con la industria y con otros países para llenar esos vacíos y, al margen, estratégicamente invertir o *desinvertir*” (Rejeski 2005). Y agregaba: “estaremos enfrentándonos con riesgos nanotecnológicos por décadas. Estos riesgos serán más complejos conforme lo nano y la biotecnología converjan, y no menos... Debemos prepararnos para lo inesperado. La nanotecnología está planeada para ser disruptiva, por lo que no es algo en lo que debiéramos ser engreídos o estar sobre confiados” (Ibid.).

Referencias bibliográficas

- Berube, David. 2005. *Nano-Hype*. Prometheus Books. EU.
- Coghlan, Andy. “How Chemicals Can Speed Up Evolution”, en *New Scientist* 6-5-06.
- Colvin, Vicky. “Responsible Nanotechnology: Looking Beyond the Good News”, en *EurekaAlert! Nanotechnology In Context*. Noviembre de 2002. Disponible en: <http://www.eurekaalert.org/context.php?context=nano&show=essays&essaydate=1102>
- Colvin, Vicky. “The potential environmental impact of engineered nanomaterials”, en *Nature Biotechnology* 21, 2003 (EU).
- Delgado, Gian Carlo. “Nano-Conceptions: A Sociological Insight of Nanotechnology Conceptions”, en *The Journal of Philosophy, Science and Law*, 1-7-2006 (EU).
- Drexler, Eric. 1986. *Engines of Creation*. Anchor Books. EU.
- ETC Group. “Nanotech News in Living Colour: An Update on White Papers, Red Flags, Green Goo, Grey Goo”, en *Communique* 85, mayo-junio 2004.
- ETC Group. “Nanotech Advancing in Legal Vacuum”, en ETC Group News Release 30-6-04.
- Epa (Environmental Protection Agency). Diciembre-2005. Nanotechnology White Paper. EPA’s Science Policy Council. EU.
- Feder, Barnaby J. “Health Concerns in Nanotechnology”, en *The New York Times*, 29-3-04.
- Hett, Annabelle. 2004. *Nanotechnology. Small matter, many unknowns*. Swiss Re. Zurich.
- Lauterwasser, Christoph. 2005. *Opportunities and Risks of Nanotechnologies*. Allianz AG. Center for Technology / OECD. Londres.
- Lovern, Sarah y Rebecca Klaper. “Daphnia Magna Mortality When Exposed to Titanium Dioxide and Fullerene (C60) Nanoparticles”, en *Environmental Toxicology and Chemistry*. 4, Vol 25, 2006 (EU).
- Mody, Cyrus. “Small, but Determined: Technological Determinism in Nanoscience”, en *International Journal for Philosophy of Chemistry* 2, Vol. 10, 2004.
- Oberdorster, Eva. “Manufactured nanomaterial (fullerenes, C60) induce oxidative stress in the brain of juvenile largemouth bass”, en *Environmental Health Perspectives* 10, Vol. 12, 2004 (EU).
- Oberdorster, G. et al., Sharp, Z., Atudorei, V., Elder, A., Gelein, R., Kreyling, W., and Cox, C. “Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain”, en *Inhalation Toxicology* 16, 2004 (EU) 437-445
- Oberdorster, G. et al. “Extrapulmonary translocation of ultrafine carbon particles following whole-body inhalation exposure of rats”, en *Journal of Toxicology and Environmental Health A* 65, 2002 (EU): 1531-1543.
- Rejeski, David. 2005. Environmental and Safety Impacts of Nanotechnology: What Research is Needed?. (*Pronunciamento ante el Comité de Ciencia de la Casa de Representantes*, 17-11-05). EU.
- Royal Society. 2004. *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. Londres.
- Roco, Mihail. “Responsible of Nanotechnology”, en *Environmental Science & Technology* 1 de marzo de 2005: 108A.
- Weiss, Rick. “Nanotech Product Recalled in Germany”, en *The Washington Post* 6-4-06.
- Roco, Mihail y William Bainbridge. 2002. *Converging Technologies for Improving Human Performance*. National Science Foundation. EU.
- United States Senate. Roundtable on Health Technology. *Hearing of the Committee on Health, Education, Labor, and Pensions*. No. 108-247. US Government Printing Office. EU. 23-9-03: 7.
- Yang, L. y D. J. Watts. “Particle surface characteristics may play an important role in phytotoxicity of alumina nanoparticles”, en *Toxicology Letters* 158.

www.galeriaambientalista.com

MILES DE FOTOS
DEL AMBIENTE TICO
Y MESOAMERICANO

¹² Maynard es miembro del proyecto en Nanotecnologías Emergentes del Woodrow Wilson International Center for Scholars (EU). Véase: “Nanodollars”, en *New Scientist* 25-2-06: 25, y “Nano safety call”, en *New Scientist* 11-2-06: 7.

