

UNA PIERNA ADENTRO, UNA PIERNA AFUERA

RICHARD LEVINS

**EditoraC3**  
**CopIt-arXives**  
Publishing Open Access  
with an Open Mind  
2015

Este libro contiene material protegido por leyes de autor

Todos los derechos reservados © 2015

Publicado electrónicamente en México, por CopIt-arXives y EditoraC3

Cecilia González González, Mariana Benítez, Eduardo Vizcaya, Diana Guzmán y Octavio Miramontes (Editores).

Diseño de portada basado en la obra “Young Corn” de Grant Wood.

*Una pierna adentro, una pierna afuera*

[autores] Richard Levins. — México DF: CopIt-arXives y EditoraC3, 2015

Incluye bibliografías e índice

ISBN: 978-1-938128-07-3 ebook

### **Derechos y permisos**

Todo el contenido de este libro es propiedad intelectual de sus autores quienes, sin embargo, otorgan permiso al lector para copiar, distribuir e imprimir sus textos libremente, siempre y cuando se cumpla con lo siguiente: (i) el material no debe ser modificado ni alterado, (ii) la fuente debe ser citada siempre y los derechos intelectuales deben ser atribuidos a sus respectivos autores, (iii) estrictamente prohibido su uso con fines comerciales.

El contenido y puntos de vista planteados en cada capítulo es responsabilidad exclusiva de los autores y no corresponden necesariamente a los de los editores o a los de ninguna institución, incluidas CopIt-arXives o la UNAM.

Producido con software libre incluyendo  $\LaTeX$ . Indexado en el catálogo de publicaciones electrónicas de la UNAM y en Google Books.

Los editores agradecen el apoyo de DGAPA-UNAM a través de los proyectos PAPIIT IN-105015 y IN-107414.

**ISBN: 978-1-938128-07-3 ebook**

**Este libro ha pasado por revisión de pares**

### **CopIt-arXives**

Cd. de México - Cuernavaca - Madrid - Curitiba

Viçosa - Washington DC - London - Oxford

Con el apoyo de la

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Instituto de Física © Centro de Ciencias de la Complejidad

## ÍNDICE

<b>PROEMIO</b>	<b>1</b>
<b>PRESENTACIÓN DE RICHARD LEVINS EN LA FC DE LA UNAM</b>	<b>5</b>
<b>UNA PIERNA ADENTRO, UNA PIERNA AFUERA</b>	<b>9</b>
Introducción . . . . .	9
Trabajadores . . . . .	11
El conocimiento como mercancía . . . . .	12
Fragmentación institucional . . . . .	16
Reduccionismo . . . . .	17
Científicos . . . . .	20
Alternativas: el caso de la agroecología . . . . .	24
Dialéctica y complejidad . . . . .	26
Acercamientos a la complejidad . . . . .	29
Estadística . . . . .	29
Simulación . . . . .	30
Matemáticas cualitativas . . . . .	31
Variabilidad e historia . . . . .	32
Tres propuestas . . . . .	33
Activistas . . . . .	34

⊙ *Esta es una página en blanco.* ⊙

## PROEMIO

**E**N un sentido coloquial, la polisémica idea de crisis alude inmediatamente a los sentidos de incertidumbre, miedo, reflexión, duda, perspectiva, etc. Si uno se atiene a la etimología, se encuentra que la raíz griega, *krisis* (κρίσις), está emparentada con *krinein* (κρίνειν), relativa a los verbos juzgar y separar. Ello sirve para jugar con los conceptos y con las palabras, ya que crisis, criterio, crítica, criticalidad y crítico están emparentadas. Una crisis se puede referir a los fenómenos naturales, y para entenderla se requiere estudiar su dinámica espacial y temporal; pero también se puede referir a un fenómeno social o individual y entonces demanda el uso de buenos criterios para elegir el mejor curso de acción. En el camino las nociones aludidas anteriormente se van entrelazando para configurar hechos, sucesos y vivencias. Por ello se puede coincidir en que los momentos de crisis son fecundos y contradictorios, porque a la par de presentarse riesgos tremendos, también aparecen oportunidades de cambio importante, y es en esos momentos en que los sujetos tienen ante sí el poder de decidir qué hacer.

No es casual que dentro de las ciencias de la complejidad el concepto de criticalidad tenga un papel tan relevante, dado que aparece asociado a las transformaciones cualitativas de sistemas de naturaleza diversa, incluidas las distintas escalas de sistemas físico-químicos, biológicos y sociales. El mundo que habitamos, y la diversidad biológica y cultural de la cual somos parte, están siendo impactados y destruidos por una gran cantidad de efectos nocivos, distintos a los esperados y deseados, mismos que han sido generados en gran medida por la intervención humana; lo antropogénico de muchos de esos efectos es innegable, siendo el calentamiento global el más citado y el reto colectivo acuciante a nivel de nuestra especie. De hecho, es la vida misma la que está siendo amenazada por las actividades del ser humano, muchas de ellas forzadas o guiadas por el sistema global de libre mercado imperante.

Enfrentar las muchas crisis, los múltiples procesos en curso, requiere tenacidad, rigor y un escepticismo esperanzado. Demanda un compromiso social explícito y una actitud permanentemente crítica, tanto de los resultados como de los presupuestos de nuestras herramientas teóricas. Implica poner en perspectiva el fruto de la labor científica, sus metodologías y prácticas, así como indagar sobre la función que desempeña la ciencia en la sociedad actual.

A partir de su propia y muy rica experiencia, Richard Levins profundiza en los aspectos antes señalados, exhibiendo la dialéctica que subyace en la compren-

sión de la realidad, en la práctica científica cotidiana, y en las perspectivas que se abren ante nosotros. Con suma claridad coloca las discusiones clásicas acerca de la organización social del trabajo científico y sus relaciones con el modo de producción capitalista, pues es ahí donde tienen lugar los fuertes debates sobre la pertinencia del desarrollo de nuevos enfoques y teorías que no estén motivadas por la búsqueda de ganancia o la mera rentabilidad económica. Muestra de qué manera aparecen una serie de dicotomías aparentes o tensiones dinámicas que permean lo que podría llamarse *Weltbild* del científico promedio, pues se tiende a privilegiar el primer término de los binomios: teoría/práctica, investigación pura/investigación aplicada, fisiológico/psicológico, biológico/social, genético/ambiental, natural/artificial, determinista/aleatorio, etc., lo que da como resultado un sesgo fragmentario y reduccionista que se mantiene y reproduce de forma acrítica en el quehacer científico y sus aplicaciones.

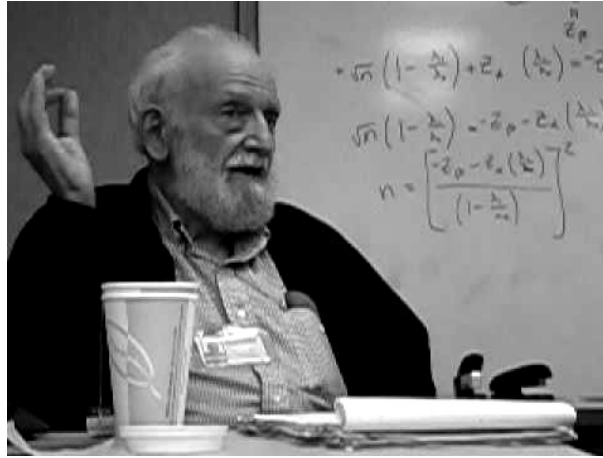
En todo el texto, Levins mantiene una serie de preguntas que se niegan a limitarse a su ámbito disciplinar y, en ese sentido, al trasgredir y habitar las fronteras, convoca al pensamiento heterodoxo e interdisciplinar, mostrando que se requieren formaciones académicas transversales que sean capaces de articular estrategias generalistas sin relegar la profundidad que han alcanzado las especialidades.

Sus consejos no se limitan al ámbito académico, sino que se colocan en el terreno de la intervención social, considerando los varios roles que desempeñan los científicos: como ciudadanos, como expertos y como trabajadores. Hilvanando esas funciones es como sus palabras van de la denuncia a la propuesta, de la crítica de lo que no pinta bien a la defensa y construcción de lo posible. Su lectura deja así una sensación de asombro recurrente que motiva a las acciones pertinentes y demanda la socialización de los álgidos debates contemporáneos, anticipa futuros y renueva la esperanza.

\* \* \*

COMO parte de las actividades asociadas a la difusión del paradigma de la complejidad y de los sistemas complejos, el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la Universidad Nacional Autónoma de México organizó el Simposio *Complejidad y Multidisciplina*, que tuvo lugar en el auditorio Alfonso Caso, Ciudad Universitaria, del 4 al 6 de noviembre del 2013. Desde el inicio de la organización de este evento pensamos que sería fundamental contar con la presencia de Richard Levins, uno de los grandes pensadores de la complejidad y, además, académico comprometido, crítico y permanentemente activo en el terreno de las relaciones ciencia-sociedad. Sin embargo, teníamos noticias de que la altitud y la contaminación, ambas condiciones críticas en la Ciudad de México, lo afectarían gravemente. Imaginamos además que estando sumamente comprometido con la docencia y la investigación, tendría dificultades para encontrar espacio en su agenda. Así que le escribimos esperanzados pero a sabiendas de que la probabilidad de que viniera era baja. No obstante, la respuesta positiva a nuestra invitación fue rápida y clara.

La noticia de la visita de Richard Levins corrió rápidamente y en poco tiempo había ya aceptado aprovechar la visita al C3 para dar dos pláticas adicionales en



Richard Levins (n.1930).

la UNAM, una en la Facultad de Ciencias y otra en el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH). Si bien esperábamos con emoción sus pláticas, nunca anticipamos el efecto que éstas tendrían en nuestra comunidad. Todas ellas se llevaron a cabo en español y en auditorios plétóricos, llenos sobre todo por estudiantes interesados en escuchar y discutir sobre el papel de los científicos y de la ciencia en la sociedad. Pero más importante aún, el efecto de sus pláticas ha seguido amplificándose después de su visita; las preguntas, estrategias, propuestas y ejemplos que planteó Richard Levins en sus pláticas surgen una y otra vez en conversaciones con estudiantes e investigadores, tanto en el contexto de la investigación científica, como en el de la discusión del papel social de la ciencia y de nuestra universidad.

La visita de Richard Levins marcó el espíritu de los universitarios y nos ha proveído de herramientas técnicas y del pensamiento para plantear nuestras propias guías de acción en los ámbitos científico, laboral y social. Por ello decidimos transcribir e integrar sus charlas en un documento publicado por las editoriales digitales de acceso libre CopIt-arXives y la del C3, EditoraC3. El texto conserva la frescura de las pláticas y articula los ejemplos, anécdotas, análisis y propuestas que Richard Levins presentó en cada auditorio. En este proceso ha sido fundamental el trabajo voluntario de Lev Jardón Barbolla y Enrique Scheinvar. Diana Romo, Graciela Campos y Julio Muñoz Rubio brindaron invaluable apoyo durante la visita de Richard Levins. Agradecemos el generoso tiempo y sugerencias de Pedro Miramontes y Elena Álvarez-Buylla.

Esperamos que esta publicación contribuya a seguir amplificando el efecto catalizador y esperanzador que las pláticas de Richard Levins sembraron en su visita a la UNAM.

LOS EDITORES

⊙ *Esta es una página en blanco.* ⊙



## PRESENTACIÓN DE RICHARD LEVINS EN LA FC DE LA UNAM



Richard Levins en la Facultad de Ciencias de la UNAM, 2013

**N**OS da mucho gusto tener con nosotros a Richard Levins como parte de la serie de seminarios que organiza cada semestre la Academia de Evolución con el objetivo principal de interactuar con quienes son el eje fundamental de esta facultad, los estudiantes. Y nos da mucho gusto poder recibirlo aquí, en este auditorio, que debe mostrar sin la hipocresía del terciopelo los murales censurados del maestro José Hernández Delgadillo<sup>1</sup> que son patrimonio cultural de nuestra universidad.

La presencia de Richard Levins en esta facultad fue posible gracias a los auspicios del Centro de Ciencias de la Complejidad, a la conspiración orquestada por Mariana Benítez, que tuvo a bien sumar a ella a la Academia de Evolución, y al CEIICH. Y por supuesto también gracias a la actitud del propio Richard, que en cinco minutos contestó afirmativamente a nuestro correo electrónico de invitación diciendo: “mi prioridad es siempre hablar con los estudiantes”.

---

<sup>1</sup>Imágenes de estos murales, así como una reseña de los mismos, pueden ser consultados en: Instituto de Investigaciones Estéticas - Dirección General del Patrimonio Universitario. 2004. *Guía de Murales de la Ciudad Universitaria*. México: UNAM.

Richard Levins es un ex-campesino tropical, que devino en ecólogo, biomatemático, activista político, luchador marxista y filósofo de la ciencia. Estudió matemáticas y agricultura en la Universidad de Cornell y luego hizo un doctorado en Zoología en la Universidad de Columbia, donde conoció a Richard Lewontin y con quien ha escrito obras muy importantes como *El biólogo dialéctico*<sup>2</sup> y *Biología bajo la influencia*<sup>3</sup>. En la actualidad es profesor en activo de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard.

Richard Levins es autor de muchísimos libros y artículos, pero lo importante no es su número, sino lo que ha aportado en ellos. Su obra se ha centrado en tratar de *comprender e influir* en los procesos propios de sistemas complejos, desde la ecología evolutiva hasta el desarrollo económico, la agricultura y la salud. Comprender e influir.

En 1965, apenas terminando su doctorado y cuando probablemente nadie esperaba que lo hiciera, Richard Levins se fue a Cuba a dar una serie de pláticas para la Academia de Ciencias de Cuba, luego repitió esas pláticas en la Universidad de Yale y transformó el contenido de esas pláticas en el libro: *Evolution in changing environments: some theoretical explorations* (1968), cuya densidad teórica y matemática siguen siendo una invitación para leerlo. Allí tuvo a bien gestar el concepto de *metapoblación* por primera vez, como un conjunto de espacios en los que la dinámica de ocupación y extinción local se halla articulada en un todo más amplio. Richard Levins echó a rodar pues, una unidad dialéctica de interacción cuyas derivaciones llegan desde hace tiempo hasta la genética de poblaciones.

Richard Levins ha aportado a la teoría general sobre la construcción del nicho, concepción en la que el nicho ecológico no es un conjunto de variables del medio físico que “esperan ser llenadas por el organismo”, sino que ambas cosas, nicho y organismo conforman una misma unidad. Así:

[...] varios factores del patrón ambiental y el sistema genético afectan la estructura espacial de una especie. Pero el patrón ambiental no es aquél del ambiente meteorológico en bruto. Hemos enfatizado que el patrón ambiental depende de la biología de la especie, que la heterogeneidad ambiental se mide en relación a la tolerancia a diversas condiciones por el genotipo individual, que es modificado por la selección de hábitat, que el tamaño del ‘grano’ depende del tamaño del individuo, etc.<sup>4</sup>

La línea de investigación actual de Richard Levins incluye la variabilidad en los estados de salud como un indicador de la vulnerabilidad de las comunidades humanas a múltiples factores de estrés. Abarca también el estudio de las interacciones entre los herbívoros y sus enemigos naturales en sistemas multiespecíficos de árboles cítricos y dinámicas de corto plazo –transitorias– de sistemas epidemiológicos modelo.

---

<sup>2</sup>Levins, R. & Lewontin, R. 1985. *The Dialectical Biologist*. Harvard University Press.

<sup>3</sup>Lewontin, R. & Levins, R. 2007. *Biology Under The Influence: Dialectical Essays on the Coevolution of Nature and Society*. Monthly Review Press.

<sup>4</sup>Levins, R. 1968. *Evolution in changing environments*. Princeton University Press: 87.

En cada uno de estos campos, su obra ha pasado por plantearse el problema de definir cuáles son las unidades pertinentes de estudio, lo cual requiere dejar atrás la noción de que las unidades pequeñas representan causas más importantes de fenómenos grandes. En este sentido, el compañero que hoy nos visita continúa lo mejor de la tradición de Haldane, recordándonos constantemente –junto con Lewontin– que *la naturaleza está hecha de procesos y no de cosas*. Los procesos se vuelven el centro de la pregunta ¿por qué?, y entonces identificar estos procesos, ubicar cuáles son las unidades relevantes de interacción en diferentes problemas biológicos aparece así como una tarea central para una biología dialéctica que se nutre de un diálogo explícito con la obra de Marx:

El marxismo me estimula para plantear dos preguntas básicas: ¿Por qué las cosas son del modo que son en lugar de ser ligeramente diferentes? Y, ¿por qué las cosas son del modo que son en lugar de radicalmente diferentes? Aquí la palabra “cosas” tiene un doble significado, refiriéndose tanto a los objetos de estudio como al estado de la ciencia que los estudia.<sup>5</sup>

Esto tiene a su vez consecuencias sobre cómo concebimos la actividad científica, permitiendo superar la concepción ideológica de que existe algo como unas “ciencias puras”, para dar paso a la concepción más compleja –y comprometedora– de que las ciencias se encuentran imbricadas en el funcionamiento más amplio de la sociedad, estableciéndose diversas líneas de tensión. Aquí también el pensamiento de Richard Levins ha sido sumamente original y enriquecedor para la filosofía de la biología.

Pero el trabajo de Richard Levins de ningún modo ha sido solamente una reflexión teórica. No, en él se trenzan al menos tres características muy relevantes: 1) el abordar de manera *práctica* problemas biológicos, comenzando por preguntarse por la definición misma de las fronteras de esos problemas: ¿dónde empieza y dónde termina el organismo y el medio?, ¿cómo cambian en el tiempo y el espacio las presiones de selección natural como resultado del propio proceso de selección natural?; 2) el esfuerzo serio y sistemático por desarrollar, desde una concepción dialéctica de la naturaleza un aparato matemático sólido, formal, capaz de lidiar con la complejidad al tiempo de, como le gusta decir, mantenernos *preparados para las sorpresas*; 3) un compromiso con otra forma de hacer ciencia que ha implicado un compromiso *político*, es decir, un compromiso práctico con la transformación de la manera en que nos relacionamos como científicos unos con otros, como científicos con el resto de la sociedad e indisolublemente un compromiso con la transformación del conjunto de relaciones de la sociedad misma para hacerla más libre y justa.

Richard Levins es reconocido como un pionero del movimiento ecologista y un promotor importante de la agricultura ecológica en Cuba y defensor de la independencia de Puerto Rico. Richard Levins ha recibido la Medalla de la Ciencia de Edimburgo, por sus contribuciones a la ciencia y la sociedad, el premio Luckács Siglo XXI por sus contribuciones a la estadística y la ecología matemática, mientras

<sup>5</sup>Levins, R. 1996. “Ten propositions about science and antiscience”. *Social text*, 46-47: 101-102.

que rechazó su nombramiento como miembro de la Academia de Ciencias de Estados Unidos por el papel de esa academia en la asesoría del ejército estadounidense. Es Doctor Honoris Causa en Ciencia Ambiental por la Universidad de La Habana.

Hoy, en la Facultad de Ciencias, nos encontramos en medio de una discusión que abarca entre otras cosas la cuestión de cuál es el objetivo de formar biólogos. En esta discusión el poder nos ofrece la posibilidad de abrazar ciegamente lo que el llamado mercado laboral nos pida, la posibilidad de volvernos mejores partes funcionales de un sistema que garantiza nuestra propia destrucción. Pero podemos construir colectivamente otra posibilidad, la de mirar críticamente nuestra actividad y asumir en ella un compromiso con la transformación del mundo; como parte de ese camino, quizá, podremos construir otras formas de hacer ciencia que hoy apenas alcanzamos a imaginar y de las cuales algunos trazos se pueden adivinar en el espejo de un ex-campesino tropical que se convirtió en, y que sigue llegando a ser, ecólogo, biomatemático, activista político, luchador marxista y filósofo de la ciencia. Y es precisamente por esto que es para nosotros un verdadero honor darle la palabra, en este espacio, a Richard Levins.

Lev Jardón Barbolla  
Facultad de Ciencias, UNAM  
Noviembre, 2013

## UNA PIERNA ADENTRO, UNA PIERNA AFUERA

### INTRODUCCIÓN

**E**L título de esta charla, *Una pierna adentro, una pierna afuera*, naturalmente se refiere a nuestra relación con las instituciones donde participamos. Yo recuerdo el primer día cuando mi abuela me despachó para empezar la escuela primaria y me dijo:

–Mira, tú vas a tener una oportunidad que nosotros nunca tuvimos, vas a ir allá para aprender, para pensar los conocimientos acumulados por generaciones de personas, utilizando los recursos que hemos creado el pueblo trabajador; pero que cayeron en manos de la clase alta.

–Pero –me dijo– vas a ir allá para aprender; escucha bien, asimila lo que te enseñan y no lo creas.

Ese es el tema de *Una pierna adentro, una pierna afuera*. En todas las instituciones donde participamos tenemos una relación contradictoria, una parte de cooperación y otra parte de conflicto. Tiene que ser así porque las instituciones fueron creadas por la sociedad como está y no vale la pena repetir lo que hacen. Entonces, vamos allá, a las escuelas, para ir más allá; para entrar en conflicto, para colaborar con algunos y para entrar en conflictos con las instituciones.

En mi país, las universidades privadas están subvencionadas por corporaciones y por los ricos, y claro, tienen su propia agenda, ¿qué es lo que quieren ellos de la universidad? El problema de una clase dominante que quiere progresar es: ¿cómo producimos personas que sean creadoras pero dentro de límites?, ¿cómo podemos producir innovadores, pero que no innoven demasiado? Hay que mantener límites y ahí es cuando chocamos con las instituciones donde trabajamos. Yo he afrontado situaciones, por ejemplo, en la Escuela de Salud Pública, con compañeros de investigación con quienes compartimos mucho interés sobre el ciclo de vida del mosquito, la geografía de garrapatas, y estamos en conflicto porque pueden trabajar también con el Pentágono. Y así es que hay gente que está interesada en la promoción de sistemas de salud en países en desarrollo, pero para hacer este trabajo tienen que aceptar subvenciones de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), que es uno de muchos organismos terroristas del Departamento de Estado. La USAID tiene programas que son muy interesantes y beneficiosos para la humanidad, como el control de enfermedades, el fomento de

la producción agrícola, etc., sin embargo, también tenía una división que enseñaba la tortura a la policía de Uruguay y de Brasil.

Así es que encontramos la mano de la clase dominante en todas las instituciones donde estamos, tratando de arrastrarnos también a su agenda y no a nuestra propia agenda. Claro, se pueden crear problemas, podemos preguntar por qué es que una institución tan ligada a las autoridades permite a profesores que son radicales. Primero, porque no se sienten en peligro. Me botaron de la Universidad de Puerto Rico porque ahí sí tuvimos un movimiento fuerte: el movimiento contra la guerra en Vietnam, el movimiento por la independencia de Puerto Rico. Entonces en realidad éramos peligrosos; en Harvard no. No se puede imaginar que los estudiantes de ahí, los hijos de los Kennedy, los hijos de la clase de política de Chicago, vayan a derrocar un régimen dominado por las corporaciones. Entonces, es un lujo para una institución así tener como adorno a profesores que están en conflicto con la agenda y con la junta de gobernadores de la institución. Así es que vivimos en varios mundos, donde quiera que vamos entramos en relaciones tanto de cooperación como de conflicto, y para cada persona es un problema cómo navegar este terreno, cómo aceptar lo que ofrecen sin ser tragados por las normas y valores y las perspectivas de la institución.

El pensamiento complejo y el trabajo multidisciplinario pueden ayudarnos a navegar en este terreno, teniendo en cuenta los aspectos éticos, sociales, políticos, etc., asociados a nuestro trabajo y las relaciones entre ellos. Sin embargo, estamos enfrentando una situación paradójica porque por un lado, un simposio como éste organizado por el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) ya es posible, pero por otro lado, es aún raro y muy necesario. No hemos llegado todavía a una ciencia que integre, que tenga la visión de sistema, de multidisciplina. Lo que sí tenemos son las aspiraciones de tenerla. Tenemos institutos como el de Santa Fe en los Estados Unidos, como el C3, la cátedra de complejidad en la Universidad de La Habana, revistas, simposios, etc., pero básicamente la ciencia es la ciencia del decimoséptimo siglo, reduccionista, donde pensamos que podemos entender una cosa si la rompemos en las partes más pequeñas.

La multidisciplina o el enfoque sistémico es reconocido como necesario porque enfrentamos problemas que las viejas ciencias no pueden enfrentar. Por ejemplo, a pesar de convenciones como las de Kyoto, Copenhague y Río, la cantidad de CO<sub>2</sub> sigue aumentando en la atmósfera; a pesar de agencias para la regulación de contaminantes, tenemos como cien mil nuevas moléculas en nuestra atmósfera; a pesar de adelantos en la genética y mejoramiento de cultivos, el hambre sigue azotando al mundo. Y el hambre de este tiempo es diferente a las hambrunas del pasado, que se debían a la falta de comida, ahora se deben a la falta de capacidad adquisitiva. Es la sobreabundancia la que produce las hambrunas.

Y es justo aquí donde entra la complejidad: estamos instando a que debe haber una ciencia que integre, que pueda enfrentar los cambios del clima, el problema del hambre, el problema de enfermedades nuevas, toda una serie de cosas que se unen en un síndrome ecosocial de desajuste. Y sin embargo, hemos hablado mucho de la importancia de hacerlo y no lo hacemos todavía. Entonces, lo que veo son varios

esfuerzos, todos empujando, tratando de crear una ciencia capaz de enfrentar los problemas enormes que enfrenta nuestra especie.

Queremos construir una ciencia propia pero también universal, una ciencia que nunca rechace una idea porque sea extranjera o vieja. Necesitamos desarrollar una ciencia que esté ansiosa de entender todo el conocimiento en donde quiera que se desarrolle, pero también que sea una ciencia apta para las necesidades de su propio país. Bueno, entonces, ¿por qué es que no hemos podido hacerlo todavía? ¿Por qué es que los textos de ciencia empiezan con un capítulo sobre la complejidad y el segundo capítulo sigue como antes, despedazando al mundo? Creo que hay tres conjuntos de factores: primero, la economía política, que crea la mercancía del conocimiento; segundo, la fragmentación institucional de las industrias de conocimiento; y, finalmente, la filosofía mecanicista heredada del tiempo de Newton. Proponemos una alternativa a este estancamiento con un enfoque dialéctico de relaciones económicas y sociales que podría ayudarnos.

#### TRABAJADORES

Hay tres vertientes principales en nuestra existencia como científicos. El primer terreno de nuestras vidas es que somos trabajadores; los trabajadores son aquellos que venden su capacidad de trabajo a algunos dueños de la industria. En este caso es la industria del conocimiento y nosotros somos trabajadores en la industria del conocimiento. En eso tenemos mucho en común con los laneros de Lancashire en la madrugada del capitalismo. Tenemos problemas de empleo, de compensación, de seguridad en el empleo, de la permanencia, de las condiciones del trabajo, del acoso por parte de los dueños. Y los dueños de la ciencia, como los dueños de cualquier industria dedicada a la producción de mercancía, deciden las cosas más importantes: a quién se permite hacer la ciencia, cuáles son los medios respetables, cuáles son las preguntas que se deben hacer, cuáles son las teorías que se admiten en la discusión, y más importante quizá todavía, qué es lo que excluimos.

Primero, a quiénes se permite hacer ciencia. En distintos tiempos se limitaba a hombres, a blancos, a gente de la clase alta; pero siempre había una selección basada en quiénes son los que entran en la ciencia. Segundo, una vez que entran en la ciencia, qué van a hacer ahí, y eso es la agenda de los dueños. Esa agenda ha sido diferente en diferentes periodos históricos. El sacerdote de Mesopotamia o de Yucatán tenía una agenda diferente estudiando la astronomía; los burócratas de China antigua tenían su agenda de ser buenos administradores; los caballeros de medios independientes de Inglaterra tenían la agenda de entretenerse y de reunirse con sus amigos en sus clubes de Londres, intercambiar algunas observaciones y beber lo que creo que fue cerveza porteña, *stout porter*. Se satisfacían contestando las preguntas que ellos mismos colocaron en la agenda. En la edad medieval cada reino pequeño tenía, por lo menos, su poeta, su payaso y su astrónomo, quienes entraban en competencia para destacarse en este tipo de consumo de lujo.

Entonces podemos decir que para los dueños la ciencia fue consumo de lujo; para los partícipes, para los científicos, fue diferente. Algunos de los logros de la

ciencia islámica se llevaron a cabo dentro de estas condiciones muy restringidas.

Hoy en día la agenda de la ciencia es otra. Los trabajadores de investigación de enfermedades infecciosas están subvencionados por corporaciones farmacéuticas o por universidades que son socios de ellas. Por eso mantienen a estudiantes con sus subvenciones y enseñan cómo investigar con sus fines para garantizar que consigan empleo. Los forman en seminarios, los enfocan en acercamientos moleculares al tratamiento, el ambiente intelectual gira en torno a varitas mágicas. La acumulación de deuda para los estudios empuja a los estudiantes a concentrarse con apuros en cursos relacionados a su tesis, que están relacionados a las subvenciones y a las estrategias de las corporaciones. Y para la universidad, en vez del dinero solo, se puede decir que la vía es el prestigio, que quiere decir resultados respetados por sus amigos, que otorgan premios uno al otro y que forman parte de una *nomenklatura*, como decían los soviéticos, de la gente respetable. Gente que se consulta nacionalmente, que envían a congresos internacionales, que son nombrados para hacer las subvenciones, para aprobar las tesis de los estudiantes de sus amigos, para pasar por agencias gubernamentales, juntas de directores de corporaciones, agencias del Pentágono, etc. Y es como una sucesión donde se conocen, se encuentran en el campo de golf, y claro, respetan los resultados del otro y saben a quiénes rechazar. Eso quiere decir que el enfoque mecanicista, que viene de la filosofía dominante, concuerda con los intereses económicos de los dueños actuales de la ciencia, para producir el dominio de lo que se permite y el dominio de lo que no es respetable en el campo de la ciencia. Las agencias que están encargadas de valorar posibles daños ambientales los evalúan uno por uno, y con cien mil nuevas moléculas en nuestro ambiente, es una tarea imposible. Hace falta una prioridad para la química, para el estudio de la química en mezclas complejas, pero con 105 diferentes químicos, tenemos  $10^{10}$  pares de interacciones, y siguen acumulándose, de modo que para las agencias de protección ambiental, por ejemplo, no hay posibilidad de examinar ni todas las moléculas una por una, ni claro, el conjunto de ellas.

El enfoque complejo por el que abogamos se ve mermado en las sociedades actuales por una serie de factores político-económicos, institucionales y filosóficos de la propia ciencia. A continuación detallaremos algunos de ellos.

### El conocimiento como mercancía

Bajo el capitalismo el conocimiento es una mercancía. El problema es que la mercancía es una experiencia tan común para nosotros que no la cuestionamos y pensamos que es lo único que hay. Pero la conversión del conocimiento en mercancía no es solamente una cuestión ética, pues también determina qué tipo de investigación se puede hacer. Podemos decir de una corporación –no importa si sus productos son químicos, automóviles, poesías o libros– que en realidad su único producto es la ganancia. Ese es el criterio; y para producir ganancia, para maximizar la ganancia, no importa si el producto es útil, neutral o dañino. Si resulta ser dañino, entonces tienen que defender al producto, para eso tienen su batería de



abogados y hacen el cálculo: “¿Es conveniente la inversión alquilando abogados o congresistas para defender al producto, o mejor dejarlo e inventar otra cosa?” Entonces podemos pensar que cada producto, cada mercancía, tiene una vida media, como un isótopo, y esa es el tiempo entre el momento en que se suelta en el ambiente para la venta y el momento en que tienen que retirarla del mercado porque está produciendo anomalías en el crecimiento de los niños.

Cada corporación hace cálculos de este tipo, el director de investigación de una compañía petrolera me explicó el proceso. Él, como director de investigación para química agrícola, tuvo que presentar ante la junta de directores su argumento de que invertir en la investigación de químicos agrícolas es por lo menos tan rentable como aumentar la búsqueda de petróleo, o mejorar la producción y refinación de productos, o hacer mayor esfuerzo en la venta, o alquilar un congresista, o sufragar los gastos de una campaña política. Desde el punto de vista de la junta de directores, cada inversión es equivalente; la única cosa que diferencia entre inversiones es el rendimiento de ganancia para ellos.

Vamos a suponer que él gana la discusión, dicen que sí: “Vete adelante con el desarrollo de químicos para la agricultura”. ¿Pero cuáles químicos? Bueno, tienen que ser químicos que sirvan para los cultivos principales. Entonces la gran inversión va para soya, trigo, maíz, canola, etc., no va a ser para fresas. Entonces el patrón de comportamiento en investigación y de no investigación es al mismo tiempo un problema de ética, de economía política y de pugna de intereses.

No todos los conocimientos son igualmente rentables. Por ejemplo, en el control de plagas en la agricultura, la estrategia dominante es una vara mágica: plaguicida. ¿Por qué no tienen otra vertiente?, ¿por qué no instan a los campesinos a sembrar frijoles junto con maíz? Bueno, porque si es un químico, se puede vender al campesino, que al otro año tiene que comprarlo de nuevo; si es un genotipo que inventó Monsanto, puede venderse al agricultor, y revenderse, y revenderse, eso es un campo de inversión. Por otro lado, si la investigación agrícola dice que es una buena idea sembrar zanahoria junto con pimienta porque espanta a los gusanos que chupan las raíces de la zanahoria, bueno, puede ser una buena idea pero no es tan rentable. Se puede publicar una vez, no se puede revender todos los años al agricultor y no puede ponerse un precio tan alto como a sus químicos. Entonces, no es sorprendente que la agricultura ecológica no sea producto de las corporaciones químicas, sino de centros de investigación nacional con una orientación más hacia las necesidades de los campesinos.

De igual forma, se ha demostrado que el progreso en el rendimiento del maíz hubiera sido quizás mayor, por lo menos igualmente rápido, seleccionando las líneas que ya cultivaba la gente en vez de hibridando, pero la hibridación quiere decir que el campesino tiene que comprar la semilla porque cuando el maíz híbrido se resiembrado produce algo genéticamente distinto. Ese es también el razonamiento de Monsanto con la producción de organismos genéticamente modificados que son su propiedad. Los agricultores deben obtener licencia para sembrarlo porque si no los llevan a la corte. Si el polen de estas plantas llega al campo de otro agricultor que no tiene esa semilla, Monsanto puede identificar sus propios genes y de-

mandar al campesino. Ese es el razonamiento para la investigación agrícola; muy diferente al razonamiento que pregunta: cómo podemos lograr que plantas de diferente origen puedan cultivarse juntas; cuál es el patrón de producción agrícola que puede evitar la fragmentación de una población frente a todas las incertidumbres del clima, de las plagas y de la economía. Entonces, un punto que guía la investigación es la capacidad de convertir los conocimientos en mercancía y, por lo tanto, hay dos rumbos que puede tomar la investigación agrícola en el mundo actual: el rumbo capitalista, que tiene como su meta producir mercancías para vender al campesino, y el rumbo de la agroecología, promovida por movimientos como Vía Campesina, por el pueblo cubano y aun por grupos de agricultura orgánica en países capitalistas. Las investigaciones que ellos llevan a cabo en realidad pueden resultar más productivas, pueden proteger la salud del agricultor, mantener el suelo, mantener la sanidad del agua potable, etc. Existe toda una serie de beneficios cuando uno adopta la agroecología. No se debe ver el progreso como una marcha por la modernización, que sigue un rumbo ya trazado; el progreso es un proceso que se ramifica según la finalidad de quienes lo persiguen.

Yo he tenido el privilegio de entrar en debates sobre el camino ecológico contra el camino químico en el control de plagas, y que han tenido lugar en dos diferentes tipos de sociedad: Estados Unidos y Cuba. Lo interesante es la diferencia entre estos debates.

En ambos sitios el debate puede ser feroz y la gente produce argumentos científicos, pero en Estados Unidos el debate científico es un disfraz para el esfuerzo de venta y es dirigido por gente que representa a las corporaciones, gente que tiene la obligación de convencer, no de aprender. Una vez vi a un vendedor de una corporación química tragar un vasito de DDT para demostrar que no es ningún peligro; si la corporación envió un vendedor el próximo año a lo mejor fue otro vendedor, porque los vendedores también tienen una vida media. Entonces, las agencias que apoyan plaguicidas lo hacen por su propio interés económico y los vendedores vienen con argumentos, traen sus abogados, y su objetivo es convencer al campesino de comprar su producto. El debate pudo ser igualmente feroz en Cuba, pero nadie tenía el objetivo de convencer al campesino de utilizar esos productos, sino que tenían diferencias de opinión honestas. Ahí el debate fue entre aquellos dedicados a tratar de hacer algo nuevo para proteger la vida del consumidor, la vida del campesino, la vida del suelo; y aquellos fascinados con la idea del progreso, de que el progreso va en una línea recta de menos moderno a más moderno y la tarea del atrasado es alcanzar la misma tecnología de los demás. Esa idea de un progreso lineal, que forma parte de la filosofía liberal, estimulaba a algunos compañeros, gente honesta, con igual compromiso con el país, pero equivocados por razones que trataré de exhibir después.

Entonces, cuando hay una pugna de intereses disfrazada de ciencia, no se puede ganar; uno desmiente lo que dice la corporación y ésta viene con otro argumento. Vimos que la lucha contra el tabaco duraba varias generaciones y hemos llenado ya cementerios de gente asesinada por la ciencia puesta al servicio de la búsqueda de ganancia. Por otro lado, cuando hay diferencias de opinión honestas,

sí se puede llegar a conclusiones. Las personas que abogaban por un lado hicieron sus experimentos y ahí fue que, por fin, en los años ochenta, la vertiente de la agroecología predominó sobre aquellos fascinados por la tecnología moderna, por aquello que concebían como la tecnología moderna.

Sabemos que la ciencia siempre comete errores, pero algunos son errores idiosincráticos: que uno se olvidó de apagar la máquina, que otro permitió por accidente una mezcla de dos especies, que se vertieron concentraciones no aptas para los ratones en las jaulas; esos son errores idiosincráticos y más o menos podemos enfrentarlos con lo que llamamos el método científico. Eso quiere decir que siempre hay que lavar las placas antes de inocularlas, que cuando hay un experimento hace falta un control, que como el experimentador puede influir en el resultado del experimento es mejor que no sepa cuándo recibe el placebo y cuándo recibe la píldora. Sabemos que hay accidentes y tratamos de enfrentarlos con la estadística y con reglas para el trabajo científico, que deben cumplirse antes de publicarlo.

También se trata de reforzar los viejos dilemas de la ciencia: una idea debe juzgarse por su mérito sin considerar quién es el autor, todo el mundo tiene el derecho de acceso a los datos, el derecho a repetir el experimento, debe haber democracia de debate donde lo que importa es la evidencia, etc. Cuando todo aquello era posible se vivía una edad de oro en la ciencia, una etapa del liberalismo capitalista donde en realidad sí fue posible para todos repetir un experimento en su propio patio.

Ahora, si yo quiero hacer un estudio con un telescopio de radio tengo que ser un astrónomo certificado y estar en la cola de espera por varios años, entonces me permitirán cinco minutos con el telescopio. La idea de que todo el mundo tiene el derecho a repetir un experimento está descartada. Además, muchos de los datos que queremos repetir no son datos públicos, pertenecen al Pentágono o a alguna corporación bajo leyes de propiedad intelectual. Aun cuando se trata de variedades vegetales desarrolladas durante siglos por los campesinos, una corporación como Monsanto quiere tener patentes sobre ellas por modificarles un gen o una proteína. Entonces los viejos dilemas de la ciencia democrática liberal están pasando de moda, es cada vez más difícil insistir en una democracia para la ciencia, que cada vez se convierte más en mercancía.

Los argumentos con que discutían sobre tabaco, sobre DDT, sobre todos los genotipos modificados por Monsanto, es que esos son mercancías más que conocimientos, mercancías en la forma de conocimiento. Y el conocimiento puede ser acertado o no, pero sabemos que una droga aprobada por la Agencia Federal de Drogas tiene una vida media durante la cual se puede vender hasta retirarse, diciendo: "Bueno, perdón, discúlpame pero sí está matando niños. Sí que protege al corazón, pero acaba con tu hígado." Como tienen diferentes departamentos para investigaciones de hígado y de corazón, pueden tener productos dirigidos a un fin limitado. Alaban este producto, pero si tiene otra cosa, ¡ay, una sorpresa! Para ver si algo causa daño, lo que hacen son pruebas con ratones, observan si producen cáncer en 90 días.

## Fragmentación institucional

Hemos dicho que el primer factor es el conocimiento como mercancía; el segundo es la fragmentación institucional de los conocimientos, de modo que los fitopatólogos no hablan con los médicos, no leen las mismas revistas, no van a las mismas reuniones. Solamente durante los últimos 20 años logramos a través de la agencia Promed, tener informes de enfermedades de humanos, de animales silvestres y domésticos y de plantas. Ahora sí, uno puede encontrar información de todos los organismos visibles. Otro tipo de fragmentación es una fragmentación de enfermedades donde podemos tener un departamento de tuberculosis y otro que se especializa en el SIDA y quizás no se ven porque cada departamento tiene sus seminarios y sus urgencias. Es importante conocer a fondo las enfermedades específicas, pero también hay que tomar dos o tres pasos atrás para ver el conjunto.

¿Cuáles son las enfermedades que afectan a países en desarrollo tropicales? En este caso, el problema a cierta distancia es cómo evoluciona la relación entre nosotros y el mundo microbiano o el mundo de sus vectores. Para hacer eso tenemos que saber quiénes son los vectores. Sabemos que los mosquitos pueden transmitir dengue, fiebre amarilla o malaria; sabemos que hay garrapatas que transmiten la enfermedad de Lyme. Entonces vale la pena tomar en cuenta todos los órdenes de insectos y preguntar: ¿Quiénes son vectores de enfermedades humanas y quiénes no lo son?, ¿y por qué? Bueno, resulta que la gran mayoría de los vectores de enfermedades humanas pertenecen al orden de los dípteros, dentro del cual, los mosquitos son un grupo importante. En el campo vegetal, los vectores de enfermedades son los hemípteros (un grupo muy diferente a los dípteros), que transmiten muchas de las plagas como áfidos, algodoncillos y minadores. Lo que tienen en común estos dos grupos de insectos, que no tienen ninguna relación evolutiva, son sus bocas. Cuando se alimentan chupan líquido de la savia de la planta o la sangre de la persona, pero cuando chupan líquido dejan un vacío detrás y ese vacío no les permite seguir succionando a menos de que repongan el líquido en el tejido de su hospedero. La sustancia con que lo reponen viene de su glándula salival y está llena de parásitos. Entonces la transmisión de la enfermedad parte de la necesidad del insecto de reponer el líquido para seguir succionando, por lo que en este caso podemos adivinar que también hay grupos de insectos que no transmiten ninguna enfermedad a nosotros, como las mariposas. La manera de alimentarse de la mariposa no transmite ningún líquido a ningún hospedero, pueden nutrirse de néctar, de polen y siguen volando.

Podemos preguntar la semejanza entre dos grupos de animales: los humanos y el ganado, por ejemplo. Podemos hablar de la distancia taxonómica entre nosotros y otros grupos de animales, la cual tiene que ver con el número de enfermedades que compartimos. ¿Tenemos más enfermedades en común con los primates?, ¿con otros mamíferos?, ¿cuántas enfermedades compartimos con reptiles?, ¿por qué compartimos tantas enfermedades con las aves? Entonces estaremos llegando más cerca: lo que tienen en común las aves con los mamíferos es la temperatura interna del cuerpo; y esa temperatura interna es el ambiente necesario para muchos de los parásitos. Pero tiene que ser una temperatura moderada, no puede ser muy

alta, por eso es que la fiebre es una de las defensas de un animal contra la infección. Cuando hacemos preguntas de este tipo pueden dirigir nuestra atención a las posibilidades de que surjan nuevas enfermedades. Podemos preguntarnos: ¿Cómo podríamos intervenir en la evolución de un parásito para que se vuelva menos virulento? Una posibilidad es tratar diariamente a los pacientes con la herramienta médica que tenemos para curarlos, pero si los síntomas son suaves y no se detectan, como sucede con muchas enfermedades, entonces daremos un tratamiento paliativo sin pretender acabar con el parásito. Así, desde el punto de vista de la evolución, los parásitos que producen síntomas más virulentos tienen que enfrentar todas las ramas de la medicina; pero sus compadres, que no producen tantos síntomas, pueden ser dejados en paz y hasta ser reclutados en la comunidad de comensales que habitan nuestros intestinos. Entonces, en casos así, podemos movilizar las fuerzas de la evolución a nuestro favor.

Más preguntas útiles que podemos hacernos: ¿Cuáles son las enfermedades nuevas que pueden surgir en las megaciudades? Porque hay un límite, necesito una población suficiente para mantener una enfermedad infecciosa. Necesito como 250 mil habitantes para mantener al sarampión, con la malaria sucede lo mismo. Antes de la agricultura, una aldea era demasiado pequeña, por lo que la malaria probablemente se comportaba en aquel tiempo como la encefalitis actualmente: se derramaba hasta la población humana de vez en cuando a partir de otros organismos. Lo importante es hacernos preguntas sobre el conjunto. ¿Cuál es el efecto de la desnutrición sobre el hígado? ¿Cómo se comporta el páncreas bajo el capitalismo? ¿Cómo son las adrenalinas entre trabajadores agrícolas? ¿Cuál es la mejor manera de enfrentar la diabetes? Podemos hacerlo clínicamente y con insulina, pero a veces es una cuestión de la naturaleza del trabajo del paciente, de su dieta. Si tiene media hora para almorzar y no puede llegar a ningún sitio con alimento seguro, entonces irá a la máquina de venta y lo que compre de ahí irá a su páncreas. Así es que los órganos del cuerpo humano son órganos al mismo tiempo biológicos y sociales.

## Reduccionismo

El tercer elemento en oposición al acercamiento complejo es la filosofía mecanicista, reduccionista, a partir de Newton. Esta filosofía nace con la revolución capitalista y parece tan natural porque corresponde a la experiencia diaria de los empresarios, donde una empresa encuentra a otra en el mercado, tropiezan brevemente para intercambiar dinero y productos, y cada uno se va sin haberse transformado a raíz de este encuentro. Entonces, la idea de que el mundo consiste de individuos desarrollándose en el vacío, encontrándose de vez en cuando, forma una visión natural también para los científicos de la época capitalista. En el feudalismo, en la Edad Media, había otra idea del mundo. Se tenía el concepto de la gran cadena del ser, donde cada cosa tenía su lugar: minerales al fondo, plantas, animales, seres humanos, ángeles, ángeles superiores y Dios. Esa era una visión holística pero estática. Cada uno en su sitio, un sitio para cada cosa. Y hay que obedecer, hay

reglas según la escala en que uno está. La llegada del capitalismo desplazó esa jerarquía estática y esa integración con un mundo de átomos de ser: átomos sociales, átomos químicos, átomos de especies y el estudio es el estudio de todo tipo de átomo.

Quiero diferenciar entre la reducción y el reduccionismo. La reducción es el reconocimiento de que es bueno saber de qué está compuesto algo, y eso es una táctica investigativa. El reduccionismo es la pretensión de que después de que lo hemos hecho, ya en principio entendemos todo. Hace cuarenta años decían que ya habíamos acabado con las enfermedades infecciosas en principio y cerraron el departamento de enfermedades infecciosas en mi escuela, para concentrarse en enfermedades de corazón y de cáncer, con la idea de que ya pertenecían al pasado. Teníamos antibióticos, teníamos vacunas y los microbios solamente tenían sus armas viejas de mutaciones y de recombinación, de modo que habíamos ganado, o por lo menos estábamos a punto de ganar. No se dieron cuenta de toda una serie de factores de la complejidad. Primero, la evolución. Cada vez que retamos a un patógeno con un medicamento, eso impone la presión de selección natural en producir nuevas variedades del patógeno. Entonces, cuando nosotros creamos condiciones nuevas, los patógenos evolucionan. Los grandes campos de producción de carne y de pollo son un ambiente con exposición a enfermedades, entonces hay que usar muchos antibióticos para producir la carne. Eso quiere decir que tenemos miles de animales en un ambiente con antibióticos y miles de microbios aprendiendo cómo enfrentarlos. La muerte de la época de los antibióticos viene en parte de la industrialización de la producción de carne, tanto de aves como de ganado.

La ciencia moderna no plantea los problemas más importantes por los límites económicos, pero también por los intelectuales, y el límite intelectual más importante es el reduccionismo. A la larga, plantear el problema pequeño ayuda cuando queremos diseñar una píldora, pero no explica y no plantea cómo eso va a incidir sobre la vida humana en general. A pesar de que el reduccionismo es la filosofía dominante en nuestra ciencia, siempre ha habido críticos de este reduccionismo. En el tiempo de los románticos como Goethe, también filósofos como Hegel, Marx y Engels, Whitehead y otros, instaban a buscar una visión más amplia, a veces relocalizando el reduccionismo, que simplifica al mundo y hace recomendaciones... y las recomendaciones no funcionan.

El planteamiento reduccionista divide al mundo en átomos, incluida la ciencia, a la cual separa y dicotomiza. Nos habla de ciencia teórica y práctica; y más aún, pretende decidir qué tipo de ciencia le toca hacer a cada quién. Cuando estuve en Vietnam durante la guerra di una charla frente a la academia de ciencia vietnamita durante un periodo en que la universidad estuvo dispersa en la selva. Había una distancia de un kilómetro entre salones de clase, y me invitaron para hablar de evolución y biomatemática. Entonces pregunté al ministro: "¿Pero cómo se atreve a plantear problemas de biomatemática, cuando el país está incendiado, bombardeado e invadido?" Y él me dijo: "Mira, nosotros los vietnamitas hemos sido invadidos por tres mil años, hemos luchado contra China, contra los france-

ses, contra los japoneses, contra los franceses otra vez y en este momento contra los norteamericanos. ¿Cómo podemos posponer nuestro futuro hasta que terminen los siglos de guerra? Cuando queremos desarrollar la ciencia no podemos construir laboratorios porque los pueden bombardear, pero sí podemos ir acumulando la inteligencia y el conocimiento, con esto, después de la guerra, ya podremos construir laboratorios”.

Pero los vietnamitas siempre habían tenido una visión larguísima de la historia y de su propia posición dentro de ella. Rechazaron el planteamiento europeo, que decía que un país en desarrollo debe atender a la ciencia aplicada y dejar la teoría avanzada y sofisticada a los sabios de Londres y Boston. Los vietnamitas rechazaron esta orientación, diciendo: “Rechazamos la diferenciación del conocimiento entre la ciencia teórica y la ciencia aplicada. Al contrario, hay que aprender a llevar a cabo el trabajo práctico desde una visión teórica a largo plazo y realizar el trabajo teórico con una visión hacia su aplicación para las necesidades de la humanidad. Esa es una de las dicotomías más comunes en la ciencia y la tenemos que rechazar.” Rechacemos la separación entre el trabajo teórico y el trabajo práctico, entre explicaciones fisiológicas y explicaciones psicológicas, entre causas ambientales y causas genéticas, entre fenómenos aleatorios y fenómenos deterministas. Cada vez que dividimos el mundo en pedazos para colocarlos bajo diferentes disciplinas, estamos cometiendo no solamente errores intelectuales y científicos, sino haciendo daño también a las posibilidades de enfrentar los problemas grandes que afronta la humanidad actualmente.

Resumiendo, el científico como trabajador no tiene control sobre la agenda de su campo, tampoco tiene control sobre cómo se distribuyen los productos de su esfuerzo, no controla los precios, a veces ni sabe el propósito de su investigación. El jefe de investigación puede decir: “Oye, encuéntrame una manera de separar la molécula 1 de la molécula 2”, y el científico no tiene que saber para qué, qué van a hacer con estas moléculas. Bueno, entonces el científico es un trabajador, pero también es diferente a otros trabajadores, y la diferencia principal es que tiene interés en el producto de su esfuerzo; eso no es cierto con todos los trabajadores de la industria. Una persona que trabaja todos los días en una fábrica de armamento no está ahí por el placer de imaginar que está logrando matar gente más fácilmente o más barato, sino que es su empleo. Cuando hay una amenaza de cerrar una fábrica de armamento, el congresista va corriendo a Washington para decir que no, que eso da empleo a cinco mil personas que votan por su partido y nunca pone ahí la cuestión de si es algo útil para la humanidad producir estas armas. Entonces, por el hecho de que como científicos tenemos un interés en el producto de nuestra labor, han surgido esfuerzos para organizarse. Distinto a un sindicato de otra industria, como la de automóviles, en la ciencia la Federación de Científicos Americanos, The World Federation of Scientific Workers, The New World Agricultural Group, son toda una serie de agrupaciones donde los científicos quieren tener alguna influencia sobre el producto de su labor. Empezaron en el MIT con la huelga de investigadores contra el uso de su conocimiento para la guerra, pero después de retar el uso del producto, también preguntaron cómo está organizada y

quiénes subvencionan la investigación, y cómo se seleccionan los partícipes; poco a poco llegaron a una crítica cada vez más amplia de la ciencia. Entonces, como trabajadores, los científicos también pueden entrar en conflicto con los dueños del conocimiento. Esto ocurre en relación a la agricultura: en Estados Unidos, algunas universidades de agricultura que enseñaban el uso de químicos, de abono químico, de plaguicidas, fueron obligadas por los estudiantes a insertar en el currículum por lo menos un curso sobre el control de plagas biológicamente, o métodos para regenerar un suelo que ha sido degradado por la tecnología violenta. Eso cambia entonces nuestro concepto de la historia de la tecnología, de qué es el progreso; en vez de ver una progresión lineal, lo que vemos es un proceso ramificante, con diferentes direcciones que puede tomar la investigación. Por ejemplo, el modernismo capitalista plantea que la evolución de la agricultura ha de ser de alta intensidad de trabajo hacia alta intensidad de capital; de la heterogeneidad de la agricultura campesina hacia la homogeneidad de la ganancia de escala; de empresas pequeñas a empresas grandes, escala industrial; de conocimiento tradicional a conocimiento científico; de investigación a nivel de la experiencia de la vida diaria hacia investigación de las cosas más pequeñas, con la idea de que mientras más pequeño el objeto de estudio, más moderno; de estar sujetos a la naturaleza, hacia el dominio sobre la naturaleza. Esa es la agenda de la modernización detrás de la Revolución Verde y otros programas. Los gobiernos de países en desarrollo, fascinados por la posibilidad de subvenciones y ayuda de los países ricos, están dispuestos a aceptar la idea de cambiar la tecnología; de reemplazar al campesino con la corporación agrícola; de transitar del conocimiento local y el intercambio de variedades producidas en sus propias granjas hacia la industria de semilla, donde las semillas están producidas en otros climas.

#### CIENTÍFICOS

Así pues, somos trabajadores, y en específico, científicos. En esta segunda vertiente de nuestra existencia nos descubrimos interesados en el producto de nuestro trabajo. Entramos en la ciencia, en general, por dos razones: interés intelectual en la materia, más el deseo de hacer algo en beneficio de la humanidad. A mi Escuela de Salud Pública vienen porque quieren ayudar a combatir las enfermedades, especialmente en países pobres; en otra rama de la escuela vienen porque quieren proteger al ambiente. Esto resultó un gran reclutamiento de estudiantes en los departamentos de recursos naturales, protección ambiental y temas semejantes. Otros entran por una preocupación por el hambre y quieren mejorar la producción de alimentos sin destruir al ambiente, que es el que permite la producción de alimentos. Por esas diferentes razones, tenemos una población escolar que quiere hacer algo de utilidad para el mundo y también satisfacer su curiosidad intelectual.

Yo recuerdo cuando en los sesenta, un estudiante vino a decirme:

–Estoy indeciso entre ir a la escuela de ciencia o a la escuela de comercio.

Entonces contesté:

–Váyase al comercio. Si tiene que hacer esta pregunta, no tiene la obsesión por



la ciencia, que puede mantenerlo despierto pensando, porque a veces a uno le duele tanto no saber la respuesta a un problema.

¿Por qué hay más especies en los trópicos que en la zona templada?, ¿cómo se explica la evolución rápida de mamíferos en el desierto?, ¿por qué es que un mamífero en el desierto tiene orejas más largas que sus primos en la zona templada? Estamos dominados por preguntas que hay que contestar, pero también tienen que ser preguntas de utilidad para la humanidad. En diferentes tiempos, diferentes preguntas son importantes. Y una de las cosas que tenemos que hacer es preguntar: ¿por qué esta pregunta está en la agenda?

En los siglos XIX y XX la ciencia adquirió interés en la eugenesia, en el determinismo biológico. Diferencias entre las razas humanas tenían cierta importancia e interés intelectual. Se buscaron formas de identificar a qué se debe la superioridad de los europeos y en el Museo de Historia Natural en Nueva York nos mostraron la progresión de la evolución: invertebrados, vertebrados, reptiles, mamíferos, y al final, el hombre de Europa del Norte, el ario. Eso fue muy natural para aquellos científicos, además fueron científicos, biólogos de Harvard, los que iban a Alemania para enseñar el racismo a los nazis. La ciencia siempre está involucrada en las luchas de la humanidad, aun cuando trata de presentarse como neutral. Otro ejemplo se dio en la Universidad Agrícola de Madison, Wisconsin, cuando hubo un juicio ante la corte donde unos estudiantes demandaban al gobierno para que no propagara el uso de DDT. Lo interesante es que los testigos a favor de la corporación productora del plaguicida fueron los profesores del Departamento de Entomología, y en la oposición estuvieron los estudiantes posgraduados. Hay que preguntarse por qué esta discrepancia: resulta que los profesores recibían sus subvenciones de las corporaciones químicas, y además, utilizaban este dinero también para mantener estudiantes; ellos no iban a morder la mano que los alimentaba. Siempre que hay un debate de cuestiones de principios importantes hay que preguntarse: ¿De dónde viene esta agenda?

Así pues, como científicos tenemos la obligación de ver de dónde viene la agenda de la ciencia, por qué estamos preocupados con unas preguntas y no con otras. Actualmente, las diferencias entre las razas sencillamente no es un problema interesante, de no ser para la arqueología, para saber algo de la geografía de la humanidad. Pero lo que sí es importante es saber cuáles son las condiciones que permiten a una persona desarrollar todas sus capacidades. Entonces la pregunta es diferente, ahora estudiamos el desarrollo del niño, las condiciones ambientales que desaniman a los estudiantes. La agenda es distinta y por lo tanto los métodos de investigación son diferentes. Los que estamos involucrados siempre tenemos que dar la vuelta a los métodos científicos hacia nosotros mismos: ¿Por qué nos preocupa esta pregunta y no la otra?, ¿por qué Monsanto desarrolla plaguicidas y no estudia la intercalación de diferentes cultivos?

Mi escuela, en tanto una escuela de salud pública, está muy interesada en cómo llevar servicios médicos a las poblaciones pobres. Realiza estudios y se pregunta cómo financiar los tratamientos. Se puede cobrar a todos los pacientes o, como hacen en Corea del Sur, cobrar más a los más pudientes. Incluso se pueden dar

tratamientos en la escuela, pero siempre existen las mismas limitaciones: El seguro de salud es algo pagado por corporaciones privadas y los medicamentos son propiedad de corporaciones privadas. Dadas estas dos restricciones, sencillamente el problema es insoluble. Sí se puede ayudar a muchas personas pero a la larga, dejando la estructura de la medicina como está, los fracasos están garantizados y el fracaso toma la forma de matar como a cien mil pacientes al año, en Estados Unidos, debido a errores médicos.

Ahora podemos brincar a Fukushima, en donde se tiene una ley de desarrollo tecnológico y en donde la probabilidad casi nula multiplicada por una infinidad de oportunidades es igual a inevitabilidad. El director de Chernóbil hizo una rueda de prensa diciendo que un accidente no era posible, teniendo todos los medios en su posición, para que exista la posibilidad de que ocurra algo se tendrían que esperar diez mil. Bueno, lo temible de eso no es que haya estado equivocado, sino que tenía la razón. La probabilidad fue una en diez mil, pero con mil reactores en Europa el tiempo de espera se reduce a 10 años. Tenemos ahora barcos extranjeros que transportan millones de galones de petróleo y que para evitar choques en el mar ya no necesitan las bocinas contra la neblina porque tienen el radar y toda una serie de instrumentos e indicadores. La probabilidad de que falle algo en estos buques es mínima, pero cuando ocurre es un desastre en gran escala. Entonces, la actual forma de plantear los problemas garantiza el fracaso a pesar de toda la sabiduría de los investigadores. Podemos preguntar un poco más: Si la bocina contra la neblina no resulta, y si el radar y toda esta tecnología no resulta, ¿qué hacemos? Pues lo que hacemos es dejar de transportar tanto petróleo por todos los mares del mundo. Pero si no podemos enviar todo este petróleo, ¿cómo podremos mantener a los carros en el camino? Entonces hay que preguntarnos por qué necesitamos tanto carro. Bueno, porque la industria automovilística depende de ello, esa fue la base de la supremacía de la industria norteamericana; por eso hay que mantener carreteras y vías de ferrocarriles; hay que mantener suburbanización para que la gente pueda viajar al trabajo todos los días. Después, un planificador propone resolver el problema construyendo las viviendas cerca del punto de trabajo de la gente, eso tiene sentido, y entonces quedamos como en Bhopal, India, que fue una área residencial en torno a una planta que soltaba venenos al ambiente matando rápidamente, por lo menos, a tres mil personas y no sabemos cuántas más.

Por otro lado, podemos decir: “vamos a buscar otras fuentes de energía para que podamos seguir con el modo de vida actual.” Una posibilidad más es preguntarnos antes de comenzar con la producción: ¿es realmente necesaria? Podemos tener un grupo que examina cuál es el uso del papel en nuestra sociedad; bueno, una gran parte es para el comercio, para anuncios, para propaganda comercial y otra parte es para empaquetar. Una gran parte de la inversión en la producción no se hace en el producto que se lanza al mercado sino en su envase. Quizás ustedes han comprado un producto de alguna marca farmacéutica, han visto su frasco y si lo han meneado, han podido escuchar el sonido del tren que transportó las píldoras; todo eso es el esfuerzo para la venta. Entonces en cada paso hay que preguntarnos si un producto es necesario o no. Ahora, esto no es un problema sencillo

porque hay diferentes tipos de necesidad. Un tipo de necesidad es la de tantas personas que no tienen vivienda, que viven en la calle, que no tienen suficiente ropa para el cambio estacional. Esas sí son necesidades de consumo y no las tacharemos como consumismo sino como la satisfacción de una necesidad. El otro tipo de necesidad es la necesidad impuesta por la sociedad capitalista, no como una necesidad humana sino como una necesidad social de la economía. Un ejemplo son los estilos de vestir que se imponen a los empleados en sus oficinas, como el caso de los burócratas japoneses, que necesitan como cinco sacos negros para aparecer en público, cosas que compran con el propósito de mostrar a los demás que lo han comprado.

En la Antigüedad, Babilonia era el sitio para ir si uno tenía aspiraciones. Cuando los babilonios deportaron a una gran parte de la clase alta de Israel, los llevaron a Babilonia por setenta años. Después los persas conquistaron Babilonia y Ciro El Grande dio permiso a los israelitas en Babilonia para regresar a su país; algunos lo hicieron, pero muchos no, porque Babilonia era el sitio para pasear, para formar redes y contactos. Desde entonces las grandes poblaciones judías del tiempo antiguo no vivían en Jerusalén sino en Babilonia y en El Cairo, en Alejandría. Entonces el rey pasaba su juventud en Roma, pasaba sus días y sus noches en fiestas, buscando amigos, haciendo contactos, con la ambición de traer la grandeza de Roma a su propio país, un país pobre en desarrollo. Esas son necesidades de consumo basadas en requisitos de una clase dominante, no en necesidades humanas pero sí en necesidades sociales, dentro de un contexto.

Más allá están los productos que hacen daño y que no satisfacen una necesidad humana. Por ejemplo, el aire está lleno de ondas electromagnéticas y nosotros hablamos de que vivimos en un mundo de información, pero no se trata de información, la gran parte es mero ruido. El error de los científicos en materia de información es que miden información en el sentido de cuántas palabras se pueden transmitir por segundo y no lo que dicen esas palabras. Entonces vivimos en una atmósfera electromagnética de ruido más que de información; nos podemos preguntar: ¿es necesario este producto para la vida humana? Y si lo es, ¿hay otra manera de hacerlo para que sea más seguro?, ¿se puede hacer con materiales distintos? Cuando termine su tiempo de utilidad, ¿podemos desecharlo de una forma que no destruya el ambiente para los demás? Ese es el principio de precaución, que dice que la producción debe estar sujeta al juicio de la necesidad humana y no del crecimiento de la economía.

La idea de que la economía tiene que crecer es una de las ilusiones que permite que haya personas trabajando en fábricas de armamento sin pensar que lo que están haciendo es producir los medios para matar a sus vecinos, para ellos es un empleo. No se está pensando en la utilidad, sino en el valor económico. Tenemos que trascender este tipo de análisis, propio de una sociedad de mercancías. En lo que quiero insistir es que no hay remedio cuando toda la genialidad de nuestra capa de intelectuales se dirige a resolver problemas dentro de los límites impuestos por los dueños del conocimiento. Esa es la disyuntiva y la frustración de muchos científicos, lo que al final los empuja hacia organizaciones como la Federación

Americana de Científicos, The World Federation of Scientists o Science for the People, organizaciones que reconocen que aun cuando colaboremos en la industria del conocimiento, sí tenemos una preocupación por el producto de nuestro esfuerzo; y eso nos da cierta esperanza cuando se movilizan en sindicatos. Ellos contribuyen mucho a las federaciones de sindicatos porque tienen este interés más amplio en qué vamos a hacer con nuestro conocimiento.

### Alternativas: el caso de la agroecología

Entonces, como científicos interesados en el producto de nuestro trabajo, nos podemos hallar en conflicto con la agenda y los métodos de la ciencia en las instituciones donde trabajamos. El acercamiento reduccionista, que va de acuerdo con los fines de los dueños de la ciencia, será el rumbo con que nos toparemos una y otra vez.

En el caso de la agricultura, el enfoque reduccionista de las grandes industrias agroquímicas y las instituciones de investigación subvencionadas por éstas es el que predomina. En este caso se aboga por una agricultura a gran escala altamente dependiente de insumos. Sin embargo, el otro rumbo es el ecológico, que dice que la evolución de la agricultura ha de ser de la heterogeneidad aleatoria por propiedades del terreno, pasando por la homogeneidad industrial capitalista, hacia la heterogeneidad planificada.

Vislumbramos un paisaje de mosaico donde cada pedazo de terreno tiene diferentes funciones. Primero, hay que tener una diversificación en la producción de cosas que son esenciales. Un huracán puede tener un diámetro de 200 kilómetros, entonces, toda la producción de arroz puede venir de una zona muy rica en el terreno, muy apta para el arroz, pero que puede ser arrasada en un día. Así, es importante que la producción de arroz se lleve a cabo no solamente en los sitios más aptos para el arroz, sino en diferentes zonas, como protección contra lo impredecible. Segundo, un mosaico del tipo de cultivo según su necesidad. Hay que producir diferentes nutrientes porque el propósito de la producción agrícola es alimentar a la gente, entonces necesitamos una diversidad de carbohidratos, de proteínas, de frutas, de azúcares, etc. Además, producimos de modo que la demanda de mano de obra es variable durante el año, estacional. Finalmente, a nivel de una granja, una zona, tenemos un mosaico donde un bosque produce madera, carbón, miel, fruta, nueces; pero también es el refugio para las aves que comen mosquitos, es un refugio para avispa que parasitan a las plagas de los cultivos, ofrece sombra, modifica la variabilidad del clima, reduce la velocidad del viento, es un sitio agradable, con sombra, donde los trabajadores pueden almorzar y modifica el ambiente más o menos a una distancia de diez veces la altura de los árboles hacia los otros campos. Un pasto tiene, claro, sus productos de carne y de leche, pero también estiércol para los cultivos vegetales, evita la erosión si lo llevan a cabo bien, tiene malezas, las malezas son importantes porque son fuentes de néctar para las avispa que controlan las plagas. Entonces, dentro de los predios de cultivos anuales tenemos dinámicas con diferentes relaciones; relaciones con

la lluvia, el clima y toda la incertidumbre del ambiente. Si una planta no prospera este año, la planta de al lado sí puede prosperar y ocupar su espacio. En este contexto hablamos del índice de utilidad de la tierra (*land equivalency ratio*) que es el terreno que uno necesita para producir todos los diferentes cultivos que podemos producir juntos, en campos aparte. Eso quiere decir que, por ejemplo, frijoles sembrados junto con tomate en una hectárea pueden producir el equivalente de 1.3 hectáreas de tomate más 0.7 hectáreas de frijol. Así, vemos que la producción mezclada es una manera de defender los cultivos y el suelo. Algunas de las plantas fijan nitrógeno, otras promueven micorrizas que movilizan potasio y fósforo, algunas repelen nemátodos, otras atraen a las plagas para que no molesten al cultivo principal. Por ejemplo, en la provincia de Holguín los cubanos siembran pimienta, que es el cultivo que prefieren, pero cada quince líneas de pimienta hay una línea de maíz. El maíz es mucho más atractivo para el gusano de ejército (se llama soldado ahí), entonces va al maíz y deja tranquilos a los pimientos; daña al maíz pero éste todavía sirve para alimentar al ganado. Hemos encontrado que una hormiga leona puede proteger al boniato, el problema es que no tolera bien el sol, entonces hay que introducir a la hormiga después de que el boniato está medio crecido y tiene su propia sombra; pero eso es laborioso porque no permitimos que las hormigas se siembren a sí mismas. En vez de eso, se puede hacer con una franja de plátano alternando con franjas de boniato: El plátano sí hace suficiente sombra para las hormigas, las hormigas producen su nido y exploran al boniato. Y cuando el boniato tiene como cuarenta y cinco días de crecido, las hormigas pueden colonizarlo y extraer las larvas del minador y otros organismos que dañan al cultivo de boniato.

Así es que la agricultura ecológica no representa un primitivismo. Yo recuerdo que un autor me criticó diciendo que estaba recomendando ideas que fueron novedosas en la edad de piedra, pero no es así, no es adaptar las tradiciones por sí solas, sino adaptar el conocimiento de la ciencia ecológica junto con el conocimiento campesino. Hay un valle en el noreste de Cuba donde los campesinos insisten que los árboles crecen hacia el viento y que hay que tomar eso en cuenta cuando se preparan frutales. Los científicos dicen: “No, nosotros hemos estudiado la fisiología vegetal y todos sabemos que el viento seca las hojas de los árboles, de modo que el mayor crecimiento es viento abajo”. Bueno, van allá, miran y los árboles crecen hacia el viento. ¿Cómo se explica? Resulta que la geografía de esa zona es tal que la luz del sol viene del mismo lado que el viento y aquella predomina en su influencia fisiológica. Pero eso conduce entonces a examinar todo: los dos lados cometieron errores. Desde el punto de vista campesino, se estaba arguyendo de la experiencia propia, de lo visto diariamente, sin buscar en otros sitios; entonces no se podía generalizar, sino que solamente se podía hablar de la experiencia. El fisiólogo argüía principios generales sin darse cuenta de que cada sitio es distinto. Cada grupo, cuando pretende resolver un problema, lleva consigo su conocimiento y su ignorancia. El primer paso cuando tratamos de unir grupos de procedencias sociales diferentes es preguntar: “¿Cuál es el tipo de error típico que ustedes van a hacer y cuáles son los errores típicos que yo voy a hacer?” Una vez

que están sobre la mesa, podemos ir con la autoconciencia de una ciencia crítica de sí misma. En la colaboración, estamos averiguando la ciencia desde el punto de vista de uno que vive en la sociedad, que entiende de dónde vienen las ideas, que puede preguntar por qué la fascinación con lo más pequeño.

## Dialéctica y complejidad

Quiero incitar a una visión distinta de la ciencia, la visión dialéctica, que critica al reduccionismo diciendo que la verdad es un todo más grande de lo que habíamos imaginado, que cosas que no parecen relacionadas sí tienen influencia una sobre la otra, que podemos preguntar qué pasa con la adrenalina en la minería, cuál es la situación del riñón bajo el capitalismo, cómo funcionan los pulmones entre los pobladores forestales, porque nuestra biología es a la vez social y biológica. De ninguna manera quiero menospreciar la importancia de nuestra biología, sino hacer notar que nuestra biología se ha transformado por la vida social.

Podemos ver, por ejemplo, la nutrición. Compartimos muchos aspectos de la nutrición con los demás mamíferos, ya que dependemos de proteínas exógenas y de algún proceso de digestión llevado a cabo fuera de nuestro cuerpo. Entonces, compartimos la bioquímica de la nutrición con otros animales semejantes, pero eso no explica el comer: la bioquímica de la nutrición explica la necesidad de comer, pero la cuestión es quién come y quién no come, quién determina lo que se va a comer, cuántas veces al día se come, qué se considera una comida aceptable, con quién nos sentamos a comer y con quién nunca jamás comeremos, quién hace el trabajo en la cocina y quién friega los platos. En eso no nos ayuda la bioquímica de la nutrición. Ustedes pueden tomar cualquier aspecto de la biología, de nosotros como mamíferos de tamaño medio, y ver cómo se va transformando y qué cosas se mantienen.

Una cosa que viene de nuestra herencia biológica es que, al contrario de la mayoría de los mamíferos, dependemos de la vista. Eso es una herencia del tiempo que pasamos viviendo en los árboles, porque en los árboles el olor no se pega bien a las hojas; el olor está pegado al suelo y un animal que vive al nivel de la tierra puede guiarse por los olores, pero en los árboles es más difícil. Por lo mismo, las aves tampoco dependen mucho de los olores sino de la visión. Así, esa es una cosa que heredamos, pero tiene consecuencias que se propagan. Por ejemplo, un objeto que percibimos visualmente tiene límites, tiene fronteras, algo es parte del objeto y otra cosa no lo es. No es así con los olores, con los olores un objeto es transicional hacia el otro objeto, poco a poco. Una escritora una vez reflexionó sobre el punto de vista de una hormiga, el título del cuento fue *The Feel of the Smell Itself*. Pensó cómo una hormiga puede interpretar su ambiente, desde su tamaño. Si nosotros fuéramos insectos viviendo en la superficie de la tierra, cada piedrita sería como una montaña, entonces el campo visual de un animal pequeño es muy limitado, una hormiga puede ver sólo una distancia de centímetros antes de tropezar con un obstáculo. Por esta razón, los animales pequeños dependen de un espectro de los sentidos muy diferente. Conozco algunos insectos y otros invertebrados que

detectan a su presa por el movimiento del aire ocasionado por su traspaso entre la hojarasca; eso es un sonido que nosotros jamás podríamos oír, es un mini sonido, es sentir una brisa, pero una brisa tan débil que está completamente fuera de nuestro mundo. Entonces, un ecólogo debe comprender que vivimos en un mundo creado por diferentes mundos, mundos que dependen de señales totalmente distintas, que tienen diferentes patrones de seguridad e inseguridad.

Vemos que las cosas están conectadas por caminos que no sabemos que existen, que el mundo biológico no es separable del mundo social, que las condiciones sociales pueden determinar cuáles son las moléculas que encontramos. Eso no cambia la actividad de un grupo de metano, pero lo que sí hace es determinar cuáles son las moléculas que están allá afuera en este momento –como cien mil moléculas históricamente nuevas para nuestra atmósfera. ¿Cómo vamos a esperar que una agencia regulada, siempre bajo el hostigamiento de las corporaciones, haga un análisis de los efectos, no solamente de cien mil moléculas, sino de cien mil por cien mil interacciones de pares de moléculas, y así sucesivamente? Entonces hay que decir lo siguiente: si no lo podemos entender, si no lo podemos regular, no lo debemos hacer. Hay que considerar otra vez si este producto es necesario para nosotros y tolerable para nuestra sociedad.

Entonces vemos que la instancia dialéctica propone que la realidad es un todo donde las cosas están conectadas entre sí, que una cosa no es fija, es solamente una fotografía de un proceso, de un proceso lo suficientemente lento para que podamos nombrarlo. Entonces damos preferencia a los procesos más que a las cosas. Podemos considerar procesos a alta velocidad, procesos lentos, procesos que se mantienen con retroacciones, digamos homeostasis, y procesos que socavan el sistema dentro del cual se desarrollan. Insistimos en que cada objeto de cierta complejidad es muy heterogéneo adentro y esta heterogeneidad resulta en que haya procesos conflictivos. En el organismo conocemos algunos ejemplos como el sistema nervioso simpático y parasimpático; autónomo y voluntario; inflamatorio y antiinflamatorio, o el glutamato, que es un neurotransmisor excitante pero también es un precursor de lo que acaba siendo un inhibidor. Entonces, un mismo proceso produce factores opuestos y cuál va a predominar depende de otras circunstancias en la vida del organismo. Este principio de que un objeto de cierta complejidad siempre es hogar para el proceso contrario es un buen punto de partida cuando buscamos enfrentar un problema nuevo, hay que buscar cuáles son sus factores opuestos.

Encontré ayer en el hotel a un ex estudiante mío que hizo un doctorado en Los Tuxtlas, Tabasco, y su problema era saber el proceso de la relación entre unas especies. Cuando una cooperación de reses abandona la ganadería y deja que el pasto revierta a la vegetación natural, entonces tendremos gramíneas y al lado del río un bosque que está tirando semillas dentro del pasto. Bueno, ¿cuál es la relación ecológica entre estos árboles y las gramíneas? Si una semilla cae en un parche de tierra desnuda es muy visible y enseguida se la comerá una hormiga, un ave o un ratón, y desaparecerá; si cae dentro de las gramíneas puede esconderse; entonces, en primera instancia las gramíneas serán beneficiosas para la semilla. Pero después

pasará un poco de tiempo y la semilla germinará extendiendo su raíz, la cual estará en la zona de raíces de las gramíneas y entrarán en competencia por el agua. Pasará una temporada más y las raíces del árbol en crecimiento estarán por debajo de las raíces de las gramíneas, entonces podrán robar el agua a las gramíneas. Primero el árbol está bajo la sombra de la gramínea, que inhibe su crecimiento, pero es una semilla grande que tiene nutrientes guardados y puede seguir creciendo hasta estar por encima de la gramínea y hacer su propia sombra. Entonces, en cada etapa de su ciclo de vida la relación entre las dos especies es distinta. Eso es un buen indicio de cómo ir enfrentando un problema, sabiendo que las cosas no están como están porque tienen que ser así, porque siempre han sido así, porque tienen que ser así; sino que tienen una historia y están así porque han llegado a ser así. ¿Mediante qué procesos? La respuesta inmediata es que dichos procesos pueden cambiar a largo plazo. Un ejemplo de esto es que cuando hay un golpe de azúcar en la sangre el páncreas lo disuelve con insulina, pero si sigue haciendo eso todos los días por fin se acaba con el páncreas. Entonces, los cambios a corto plazo y a largo plazo pueden entrar en conflicto y una de las cosas que tenemos que buscar sería cuál es la naturaleza de procesos antagónicos. Y dentro de todos, buscar dónde hay relaciones de mutualismo, comensalismo, coevolución. ¿De qué manera cada uno influye también en la evolución de los demás?

Si nosotros insistimos en que hay que plantear el problema en su forma más amplia, si insistimos en que hay que ver las conexiones entre los fenómenos que parecen estar aislados uno del otro, y si nosotros insistimos en que lo que es no tiene que ser, ¿quién va a subvencionar este trabajo?, ¿qué es lo que podemos hacer? En general, en la literatura capitalista sobre problemas que afectan a la humanidad, la parte final es la parte más débil, ya que después de ir explicando por qué es imposible continuar como hasta ahora, terminan diciendo que necesitamos una mejor educación y buena voluntad. Siempre es un desengaño leer el artículo hasta el final porque en el camino hay muchas cosas interesantes y después acaba, se agota, y se agota porque los autores conocen quiénes son los dueños de las revistas, de las posiciones en la universidad y de las oportunidades en las agencias gubernamentales. Sucede que todas estas comunidades universitarias, gubernamentales y cooperativas son parte de una *nomenklatura*, como decían los soviéticos, que es el pozo de los respetables. Ellos determinan qué pregunta de investigación es legítima y cuál no lo es, también determinan cómo desbaratar una idea que no les gusta, ellos tienen un vocabulario muy rico para descartar ideas que no les gustan, diciendo cosas como esas de que “no ha sido probado”, y así pueden poner obstáculos a la investigación.

Entonces, ¿qué podemos hacer si no tenemos el control? Hay que organizarse reconociendo que se tiene una relación con las instituciones, misma que es parcialmente cooperativa y parcialmente conflictiva. La tarea de cada uno, según su ubicación dentro de este sistema, es aprender cómo navegar en este terreno contradictorio.



## Acercamientos a la complejidad

### *Estadística*

Una vez que reconocemos la necesidad de un enfoque complejo, tenemos que saber cómo llevarlo a cabo. Actualmente hay tres diferentes acercamientos, uno es la estadística. El concepto de la estadística es el de una democracia de factores. Eso quiere decir que un buen estadístico no presume de conocer la respuesta, dice que va a permitir que los números hablen. Entonces mide todo lo que puede medir, lo mete en un análisis de varianza y al otro lado salen números, que son los pesos que se pueden asignar a cada factor. Tiene un orgullo en no tener una teoría detrás de su investigación estadística. Sin embargo, se tienen que medir tantas cosas que hay que excluir algunas de ellas. Entonces la estadística es muy importante para determinar si una teoría ha acertado, pero no explica, solamente demuestra una asociación de factores. Se hace una distinción entre factores dependientes e independientes, misma que refleja la idea de que el problema como tal es pequeño, de que queremos explicar esta enfermedad o este cultivo y todo lo demás, la explicación viene de afuera. Pero si construimos un problema pequeño, la explicación tiene que ser algo de afuera y lo único que podemos decir de las cosas de afuera es que contribuyen en tal porcentaje a la varianza. Entonces, a la larga, hay algo insatisfactorio con el uso de métodos estadísticos que separen factores dependientes e independientes.

Uno de los objetos de la teoría de complejidad es el ciclo de retroacción. El ciclo de retroacción tiene variables que se afectan mutuamente, algunas positiva y otras negativamente. Por ejemplo, el depredador come a su presa, entonces tiene un efecto negativo. La presa alimenta al depredador, entonces tiene un efecto positivo. Y los dos juntos constituyen un ciclo de negativo por positivo, entonces es un ciclo negativo. Eso es uno de los elementos más básicos para entender sistemas. El mismo ciclo de retroacción negativa se aplica también a la relación entre la glucosa y la insulina en el cuerpo, o el precio y la producción en el mercado capitalista. Entonces podemos dar dos o tres pasos atrás para ver cuáles son las propiedades de un ciclo negativo.

Una vez le pregunté a mis estudiantes, si uno mira toda América del Norte, hay un transecto donde tenemos depredadores y presas; vamos a usar el método estadístico: ¿cuál debe ser la correlación entre depredador y presa? Un estudiante dijo: “es una relación de correlación positiva, porque mientras más presas, más depredadores, entonces suben y bajan juntos”. Otro estudiante dijo: “no, al revés, es una relación negativa porque mientras más depredadores, menos presas”. De tal suerte que uno de los resultados básicos de nuestra investigación es que cuando dos explicaciones son válidas pero llegan a conclusiones opuestas, el problema ha sido mal planteado. Hay que reformularlo y decir: “Si la variación en la geografía viene a través del depredador, que sería la correlación y en este caso es negativa, mientras más depredador, menos presa; pero si el ambiente, lo externo, viene a través de la presa, entonces aumenta el depredador y la correlación es positiva.”

Usamos el mismo argumento en la economía. ¿La correlación entre el precio y

la producción a escala mundial es positiva o negativa? Si un aumento en la producción reduce el precio en el mercado mundial capitalista, entonces hay una correlación negativa. Por otro lado, si el cambio está en el precio, un aumento de precio estimula la producción, y se da una correlación positiva. Entonces nos podemos preguntar en realidad cuál es la correlación y resulta que para los productos principales que estudiamos, maíz, trigo, arroz y cemento, la correlación es positiva. Eso quiere decir que la producción está empujada por el precio, por las condiciones del mercado y no por factores de producción como sequía, plagas o hasta guerras. Es un poco sorprendente pero aun los economistas conservadores de Chicago mostraron que la producción de maíz en el norte de Canadá, en el límite norte de producción, no viene del tiempo y del frío sino de la relación entre el precio del maíz y el precio del abono químico. Así, se puede utilizar la correlación, la más sencilla de las complejidades, para tener un acercamiento a la explicación de lo que vemos en tantos campos distintos. Pero si la misma relación se aplica a la fisiología, la ecología y la economía, entonces tenemos un concepto, una de las cosas que derivamos del estudio de la complejidad, que tiene más importancia que meter depredador y presa dentro de una computadora.

### *Simulación*

La segunda táctica en la investigación de la complejidad es la simulación. El descubrimiento de las computaciones rápidas instó a la gente a decir que no era necesario estudiar la matemática, pues se pueden meter datos en una computadora. La computadora permite trabajar con ecuaciones que jamás podríamos resolver con lápiz y papel. Podemos simular grandes cantidades de variables y ecuaciones no lineales; tiene muchas ventajas. Sin embargo, en la simulación solamente se pueden incluir factores medibles conocidos y que no van a ser alterados por el mismo proceso de estudiarlos. Se hicieron estudios a gran escala durante el Programa Internacional Biológico, Short Grass Prairie, la selva, los desiertos; y en cada uno se trajeron expertos para hacer mediciones y ponerlos dentro de una computadora. El problema es que hay que dejar fuera a las relaciones sociales. Aun la medicina funcional, que es un paso adelante en nuestro entendimiento de cómo funciona el cuerpo, se detiene cuando llega a la piel. El practicante de la medicina funcional puede fácilmente preguntar por las relaciones entre el intestino y el cerebro, las enzimas del hígado y los neurotransmisores; lo hace, pero no pregunta qué es lo que hacemos, cómo incluimos las condiciones de empleo de las personas que sufren de diabetes. ¿Por qué es que la epidemiología de enfermedades del corazón es distinta en personas que pertenecen a diferentes clases sociales? ¿Por qué es que un estudiante de fisiología no busca cuál es el ambiente que ha creado los contaminantes que podemos detectar en los hígados de la gente? No se pregunta cuál es el comportamiento conjunto de la quimiosfera, con miles de compuestos interactuando entre sí bajo el estímulo de la energía solar. Los límites están impuestos, permanecen las fronteras entre cada campo, aun cuando estamos empujando para extender los límites.

*Matemáticas cualitativas*

El tercer acercamiento, el que estoy utilizando principalmente, proviene de las matemáticas cualitativas. Las matemáticas cualitativas tratan de ver cuánto podemos prescindir de conocer y todavía entender un sistema. ¿Qué podemos hacer si no conocemos una ecuación que nos dé la relación entre depredador y presa, sino solamente que el depredador consume a la presa? ¿Cuáles son las cosas que podemos estudiar cualitativamente? Por ejemplo, tenemos redes de ciclos de retroalimentación negativa, ¿pero cómo están relacionados uno a otro dentro de un cuerpo? Cuando uno mira un mapa del metabolismo intermedio puede ver los nombres de las moléculas, a veces hasta su composición atómica; pero si damos dos o tres pasos hacia atrás desaparecen los nombres y lo que se ve es un patrón. Se puede ver y preguntar: ¿esta línea de síntesis se ramifica o no?, ¿tiene ciclos?, ¿los ciclos están cerca de las ramificaciones?, ¿los ciclos son grandes o pequeños?, ¿la misma molécula aparece en diferentes partes del sistema? Porque muchas veces ponemos nombres a una molécula según dónde se encontró por primera vez, como los neurotransmisores, se estudian en el cerebro, pero en términos de volumen y actividad preponderan en el intestino. Eso sale del trabajo de Candace Pert quien observa que los péptidos del cerebro son también péptidos de la mucosa del intestino.

Uno puede visualizar la retroacción negativa entre glucosa e insulina, pero hay otras cosas ahí. La adrenalina entra y aumenta la glucosa, la ansiedad provoca la liberación de adrenalina, la adrenalina transmite el sentimiento de ansiedad, etc., entonces este ciclo de ansiedad con adrenalina es una retroacción positiva y está ligado a la retroacción negativa a través del papel de la glucosa que inhibe la ansiedad; pero la cantidad de glucosa viene de la tasa metabólica y aquí empezamos a ver diferencias entre las personas, porque la tasa metabólica viene del trabajo que uno hace, y si una persona siente que está agotándose y empieza a temblar, bueno, puede tomar una merienda, puede descansar; sin embargo, el capataz está ahí viendo y una vez que ve que el trabajador descansa viene a acosarlo. Ah, pero eso es una planta organizada, entonces el representante del gremio viene, y si ve que el capataz está nervioso empieza a entorpecer el trabajo del capataz. Así es que todos los seres humanos tenemos una médula fisiológica compartida dentro de un sistema más grande, social. Otra vez, somos seres sociobiológicos.

Entonces, al plantear la necesidad de complejidad nos vemos abrumados por lo que dice, por ejemplo, Hegel: "la verdad es el todo". Pero nosotros no podemos enfrentar al todo, el todo es muy grande para nosotros. Entonces, lo que tenemos que hacer es escoger. Una manera de empezar es saber que el problema debe plantearse suficientemente grande para que quepa una solución. Eso es contrario a la educación reduccionista que dice que hay que empezar con el problema más pequeño que se pueda. Nosotros decimos que no, porque cuando se hace exitosamente se termina con la conclusión de que el asunto está determinado por un factor externo. Por el otro lado, planteamos el problema grande, cruzando las fronteras, pero utilizando variables que se influyen mutuamente en una velocidad parecida. Lo anterior quiere decir que cuando estudiamos un lago, bueno, en él hay fósforo, el fósforo es importante en este lago pero existe en diferentes formas iónicas,

y el cambio de una forma a otra ocurre en una escala de milisegundos. Desde el punto de vista de los iones de fósforo, las bacterias son constantes y las covariables son otros iones. Cuando estudiamos este ambiente bioquímico, fisicoquímico, también pasamos más arriba, las algas están consumiendo fósforo, pero las algas cambian en una escala de días. Entonces, desde el punto de vista de las algas y bacterias, la forma del fósforo ya ha llegado a su estado de equilibrio. Las algas y bacterias están en interacción entre sí y los crustáceos que comen bacterias y algas son una constante porque su generación es de semanas hasta meses. Así, tenemos este plano de estudio de la dinámica de poblaciones de bacterias y algas, donde tomamos su ambiente químico como equilibrado y su ambiente de depredadores como constante. Pero los crustáceos son consumidos por peces, entonces tenemos la dinámica de los crustáceos con la población de peces constante y la población de algas y bacterias en su estado de equilibrio. Además tenemos la industria pesquera, que es depredadora de los peces; y así sucesivamente, empezamos con teorías para cada nivel de existencia tomando los niveles adyacentes como condiciones para el desenvolvimiento. Entonces la respuesta al problema de qué sucede en el lago es un conjunto de modelos, cada uno diseñado para un nivel de velocidades.

Después de haber segregado las variables en escalas semejantes, regularmente no preguntamos: ¿y dónde está el resto del mundo? Cada sistema tiene afueras, estas afueras pueden ser bastante remotas al problema que estudiamos. Por ejemplo, un problema que planteo a mis estudiantes es cuál es la relación entre la capacidad de una gramínea para absorber nitrógeno y la independencia económica de la mujer campesina. Eso viene a través de los canales de la Revolución Verde, que estimula la producción de gramíneas porque absorben nitrógeno mientras que los frijoles fijan su propio nitrógeno, entonces no responden ni al abono ni al nitrógeno. Y entonces eso distorsiona la producción en el campo, cambia la economía del campesino, da tecnología nueva a los hombres y es así que el invento de un genetista para mejorar el metabolismo vegetal también puede empobrecer a los campesinos y echarlos a cruzar la frontera.

#### *Variabilidad e historia*

Dijimos que si un sistema está perturbado por factores externos eso produce variabilidad, y dicha variabilidad se utiliza estadísticamente para tener intervalos sobre el promedio. Pero la variabilidad como tal es un objeto de interés y aquí viene la ley de Schmalhausen, que dice que cuando un sistema está cerca de su límite de tolerancia es más sensible a toda perturbación. Entonces, vemos más variabilidad cerca del límite de distribución de una especie y más variabilidad en la mortalidad de poblaciones pobres. Un estudio muy interesante fue hecho por Zurita y Lozano y otros investigadores mexicanos sobre aldeas aisladas y aldeas integradas en la vida nacional. Para cada aldea y según su grado de integración en la nación, tomaron datos sobre mortalidad, expectativa de vida y cosas así. La gráfica que obtuvieron tiene la forma de una trompeta: para aldeas bien integradas, la dispersión es mínima, la mortalidad es más o menos parecida, la expectación es más o menos parecida; cuando vamos a aldeas más aisladas de la sociedad los puntos se

diseminan más ampliamente. Entonces tiene la forma de una trompeta, donde claro, las aldeas menos integradas tienen peores condiciones pero también tienen más variación entre sí. Una vez más, lo que buscamos son las propiedades del conjunto y no solamente un sistema grande que decimos es complejo porque tiene un gran número de las mismas variables que antes.

Henry Ford es famoso no solamente por el automóvil, sino también por su propuesta analítica que dice: “la historia es chatarra”, ¿pero para nosotros qué vale la historia? ¿Por qué tenemos que ocuparnos de la historia cuando vivimos en lo que podemos decir es un mundo markoviano? En el mundo markoviano, todo lo que sucede mañana depende de las condiciones actuales de hoy, entonces no es necesario mirar más atrás. Laplace dijo que conociendo todas las partículas, su posición y velocidad, podemos predecir todo el futuro. Lo que no dijo Laplace es que no podemos hacerlo, en realidad el mundo es multivariable y conocemos solamente algunas de las variables. Podemos querer estudiar el futuro de una plaga que sabemos que tiene algún enemigo, sabemos que éste come a la plaga, pero no sabemos cuál es el enemigo. Ahí viene la historia y puedo decir, sin entrar en la matemática, que la historia es la sombra de variables contemporáneas no conocidas. Y así es que las ecuaciones diferenciales de alto orden o de diferencias, con demoras, son una manera de capturar las variables que no hemos podido identificar. Entonces, hay que entender la historia con la pregunta: ¿por qué están las cosas como están en vez de un poco diferentes? Pues no nacieron así, no siempre han sido así; llegaron a estar así. ¿Y por actividad de quién? Y, ¿por qué están las cosas como están en vez de ser muy diferentes? La primera es la pregunta de la homeostasis; la segunda es acerca de la de evolución, el desarrollo y la historia. Y ambas son necesarias.

### Tres propuestas

Voy a terminar este punto con tres propuestas que creo que son útiles para acercarnos a los sistemas complejos.

Primero, cuando hay dos argumentos válidos que conducen a conclusiones opuestas, hemos planteado mal el problema; hay que ir hacia atrás y expandir el problema para que en realidad quepa una solución. Por ejemplo, tenemos toda una larga y triste historia en los sindicatos de Estados Unidos que planteaban el salario de subsistencia, la idea de que se debe pagar suficiente al trabajador para que pueda mantener a sus mujeres y a sus niños. Esto era al mismo tiempo un planteamiento machista y proletario; pero siempre que el movimiento sindical sea un movimiento machista, está condenado a la derrota.

Segundo, cuando dos movimientos por la justicia entran en conflicto, los dos están pidiendo demasiado poco. Por ejemplo, todos estamos comprometidos con la producción de más alimento en el mundo, pero tampoco queremos tumbar los bosques, así, de entrada, de primera intención, la conservación de la biodiversidad y la producción agrícola están en conflicto y ambos son apoyados por movimientos populares. Vía Campesina ha descubierto que se pueden hacer las dos cosas pero cambiando los términos de la pregunta: ¿Cómo podemos producir para la huma-

nidad en una forma tal que se conserve la diversidad? Con la ecología agrícola de fabricación se siembra un mosaico del mundo, en vez de campos industriales. Aquí podemos ver que el capitalismo ha logrado convertir cada movimiento por la justicia en algo que se puede utilizar contra otros movimientos por la justicia. Entonces, nosotros podemos seguir el planteamiento de Marx cuando dijo: "La única cosa que diferencia a los comunistas de los demás socialistas es el internacionalismo y el velar por el movimiento como un todo". Eso quiere decir que es inaceptable que un gobierno socialista como el de Nicaragua prohibiera el derecho al aborto; tampoco es aceptable que el movimiento que favorece al campesino dé licencias para tumbiar los bosques; no es aceptable que hagamos arreglos para enfrentar una emergencia que sacrifica el futuro.

La tercera propuesta es lo que llamo la hipótesis del partidismo contra un neutralismo fingido, la cual dice que toda teoría es falsa si promueve, justifica o tolera la injusticia.

#### ACTIVISTAS

El tercer punto, el tercer mundo en el cual nos movemos, es el de activistas. Nosotros vemos que la ciencia y la tecnología tienen un impacto muy importante sobre la humanidad; también vemos que la ciencia oficial, la ciencia de los organismos internacionales, no ha logrado hacer frente a los problemas que constituyen la crisis actual, ecosocial. Es una crisis de producción en el sentido de que se está agotando la capacidad de pesca, se está acabando con los océanos; se están destruyendo los bosques; se está terminando la fertilidad del suelo, tratando de compensar con adiciones de químicos que hacen su propio daño, puesto que la lluvia arrastra los abonos hacia los lagos, alimentando ahí a las bacterias y algas que absorben el oxígeno, y matando así a los insectos que pueden comer mosquitos, larvas de mosquito, y así sucesivamente; podemos ver que todos los inventos de la tecnología moderna internacional son tan dañinos como efectivos.

Otro ejemplo se tiene con la presa de Asuán, que desde el punto de vista de la ingeniería fue un gran éxito. Esta presa efectivamente contiene la cantidad de agua que prometía y mantiene agua que se puede desviar para el riego de los campos. Pero, ¿qué más hacía? Primero, al interrumpir el flujo de agua al Mediterráneo, cambia su salinidad, lo cual impacta sobre la pesca de anchoas. Además, aumenta la erosión de la costa del Mediterráneo. Provee canales de riego para la producción de algunos productos para la exportación de Egipto, pero crea ambientes para la propagación de enfermedades, porque el canal de riego es un buen sitio para la reproducción del mosquito. Aquí hay que ver un poco su geometría: un canal de riego puede tener paredes verticales, entonces la profundidad del agua del canal es igual en todas sus partes y si hay algo, como un pez, que se puede comer las larvas del mosquito, lo puede hacer en medio del canal y también en la orilla. Pero nadie puede mantener un canal con paredes verticales. Se empieza a formar un perfil de trapecioide, donde en medio el agua tiene profundidad y en la orilla el agua es tan llana que las larvas de mosquito pueden ir ahí pero los peces no. Entonces se

tiene una reserva para proteger a las larvas del mosquito y es así que la fiebre del Valle del Rift, que azotaba de vez en cuando a Egipto, logra establecerse como un elemento permanente en la epidemiología del país.

Estos son ejemplos del error típico de la ciencia moderna, que es plantear un problema muy estrechamente, fijar una meta y no darse cuenta de lo demás que sucede. Cuando quieren extraer petróleo de las breas de Canadá no dan cuenta de la contaminación, de que posiblemente están socavando la estructura física del suelo y del subsuelo, y toda una serie de cosas más. Entonces, lo que esto muestra es que nunca podemos estar satisfechos si un proyecto cumple su meta; hay que preguntar qué más hace, y ese es el problema de una ciencia integral, dialéctica, que no solamente contrasta con la filosofía reduccionista sino también con la economía política del capitalismo, de modo que la filosofía y el interés económico se refuerzan mutuamente y solamente dando un paso hacia afuera podemos progresar. La negativa para mirar al todo es una de las enfermedades de la ciencia capitalista, precisamente porque está buscando obtener ganancia. El problema que enfrentan los dueños es cómo tener ingenieros tan capacitados que puedan extraer el petróleo y tan ciegos que no miren más allá para ver cómo afectan al agua potable, a la vida de la gente, a la salud de los trabajadores. Y ese es el gran problema de la educación capitalista: cómo producir genios enanos, que puedan inventar, pero dentro de los límites impuestos por los dueños. Eso es lo que nos da en el mundo actual: una ciencia coja, una ciencia muy profunda a nivel de laboratorio, de los detalles, y una ciencia incapacitada frente a los grandes problemas que enfrenta la humanidad.

Es decir, el problema para nosotros como activistas es que no quedamos contentos con ver la ciencia como se nos presenta, sino que queremos echar mano y determinar qué tipo de ciencia necesitamos para en realidad enfrentar los problemas de los cuales se habla todos los años y no se logra nada. Hubo el congreso internacional de Río, de Kioto, de Copenhague; alcanzaron resoluciones, tuvieron perspectivas, y el resultado final de todo es que la concentración de dióxido de carbono sigue aumentando en nuestro ambiente. En lo que todos estuvieron de acuerdo fue en suscribir una declaración final de responsabilidad, de compromiso y de no hacer nada. Pero cuando tenemos un grupo de científicos dirigentes bien educados y muy inteligentes que sin embargo fracasan, hay que hacerse otra pregunta: ¿Su fracaso se debe a que de primera intención no intentaron hacer lo que prometían?

Por ejemplo, la agricultura no es una empresa para producir alimento, sino una empresa para producir ganancias a través del alimento, y lo produce en mayor o menor cantidad según el mercado. Es por eso que hoy nos enfrentamos a un nuevo estilo de hambruna. A través de la historia ha faltado alimento de vez en cuando, por causa de la guerra, por sequías, por plagas, pero siempre en el pasado fueron hambrunas a causa de escasez. Actualmente, y sólo bajo el capitalismo, tenemos la innovación de las hambrunas por sobreabundancia, porque un país puede inundar el mercado de otro país con sus productos arruinando a los campesinos. Entonces tenemos una paradoja, ya que el país que inventó el maíz lo importa de California.

Durante la gran sequía de la zona de Sahel, debajo del Sahara, en África, el agua que había bajo la tierra fue utilizada para regar flores que fueron enviadas por avión a Europa. En Afganistán, donde también padecen de agua, los agricultores más ricos podían dedicarse a la producción de chile, y como el chile es una planta muy sedienta, hay que buscar cada vez a mayor profundidad para encontrar agua. Primero se puede hacer con una bomba a mano, después de cierta profundidad ya se necesita una bomba eléctrica o con combustible, y eso ya separa a los campesinos en aquellos que pueden gastar para bombear el agua para producir chiles para Europa y aquellos que no lo pueden hacer, aquellos que a la larga tienen que vender su finca y mudarse a Delhi o a Bombai. Entonces, las crisis de las ciudades grandes del mundo son crisis de la agricultura y del campo, del desplazamiento de los campesinos y favoreciendo cierto tipo de inversiones, que se pueden hacer en productos agrícolas, pero también pueden ser en la siembra de cemento, para estacionamientos, para carreteras, etc.

La ciencia moderna es muy racional a nivel micro, de laboratorio, de desarrollo de productos para la venta; en cambio, es muy irracional a nivel de la empresa como un todo. Por eso conviene ir averiguando un poco más sobre los tipos de irracionalidad, y puedo decir que estamos tratando ahora de fundar la sesgología, la ciencia de los errores, y su ciencia aplicada gemela, la disparatología. ¿Por qué desaparecen tantos planes que se anuncian con pitos y flautas? Primero tenemos el anuncio de que la Universidad de California ha resuelto el problema de la vida, unos años después vuelven a hacerlo, y así sucesivamente. La ciencia promete y por una razón u otra no lo logra. Una hipótesis es que no lo logra porque en realidad no ha tratado de hacerlo, y no lo ha tratado de hacer debido a las contradicciones económicas.

También por eso es que tropezamos con la necesidad de movilizar la inteligencia colectiva de nuestros países, no solamente de los profesionales, para buscar soluciones que la gente sabe muy bien. Una vez un grupo de mujeres se encontraba en la sala de espera del hospital general de Massachusetts, era la sala de espera de oncología pediátrica, o sea, de cáncer infantil. Y como la espera es larga, pues empezaron a hablar entre sí y descubrieron que todas estaban ahí porque tenían niños con leucemia; además, todas venían de la misma aldea y vivían dentro de una cierta área, a unas cuadras entre sí. Eso provocó una colaboración entre ellas y con unos estadísticos de mi escuela, descubriendo que una corporación específica derramaba desperdicios de su planta en el sitio donde el agua fluía hacia los pozos de agua potable de la región. De manera que ese fue un ejemplo de la movilización intelectual. Mientras tanto, los estadísticos profesionales decían que no, que esos enfermos eran solamente algo aleatorio, que siempre hay acumulaciones de datos irregulares, y trataban de desanimar el estudio. Bueno, un paso entonces es movilizar la inteligencia colectiva.

Segundo, es necesario que cada movimiento político tenga una comisión científica. Me llamó la atención el otro día que en la edición dominical de *La Jornada*, había artículos de cultura, de literatura, de antropología, pero ni una gota sobre la ciencia. Estiman que la cultura es parte del patrimonio de todo el país, primero de la



gente alfabetada, pero la ciencia es una cosa para especialistas. Y claro, un número de *La Jornada* es un muestreo muy restringido, pero eso llama la atención de cada uno de nosotros. Creo que entre ustedes hay personas que son militantes en diferentes partidos, y una de las cosas que hay que hacer, además de repartir manifiestos, es ir allá, al congreso del partido, e insistir: “¿Qué vamos a hacer con la producción agrícola para proteger al campesino, al suelo y al consumidor?, ¿qué crítica podemos hacer a la producción de petróleo?, ¿cómo podemos evitar la deforestación?, ¿qué hacemos para enfrentar las enfermedades nuevas que surgen como resultado de nuestra tecnología?” Esas son tareas que podemos llevar a los movimientos políticos. Yo he tenido la experiencia de que dentro de mis movimientos políticos he sido impulsor de la ciencia, insistiendo en la preparación científica, por lo menos a nivel de la política de un partido. Pero dentro de la ciencia, mi tarea es la inversa, es demostrar a los científicos que es una limitación inaceptable concebir la tarea de la ciencia como nos la dan.

Actualmente, hay un movimiento de medicina funcional que trata de ver las conexiones entre diferentes problemas de la ciencia. Pero este análisis acaba en la piel, no va más allá. Se pregunta si el cáncer puede surgir de la interacción del núcleo de la célula con ciertas cosas reactivas con el DNA, cierto, pero hay que preguntar cómo es que llegaron estos químicos a la célula, cómo están expuestas algunas poblaciones humanas a carcinógenos y no otras, cómo se explica el patrón de enfermedades a través de las diferentes clases sociales, y además, cómo se formó la inteligencia de los practicantes de la medicina de modo que preguntan muy fácilmente qué tipo de molécula puede fomentar el crecimiento de tumores, pero no dicen qué tipo de corporación expone a nuestra población a estas moléculas. Entonces, una de las lecciones, y aquí es que aparece la dialéctica, es que la ciencia capitalista sufre porque plantea los problemas muy estrechos. Y la tarea de nosotros cuando estamos trabajando, aun con un problema de lo más restringido, sería preguntar por dónde entra el resto del mundo. Siempre hay que ir más allá, porque aun cuando te instan a escoger problemas pequeños para escribir la tesis, la realidad es que planteamos los problemas demasiado pequeños. Cuando no explicamos de dónde vienen los factores externos nos quedamos con algo inconcluso.

Entonces hay que preguntar cómo interaccionan cosas que de primera intención pertenecen a diferentes disciplinas: ¿Qué podemos decir del páncreas bajo el capitalismo?, ¿o de las adrenalinadas en el neocolonialismo? Porque somos seres al mismo tiempo sociales y biológicos, y no podemos ignorar uno a expensas del otro. Eso es el enfoque dialéctico, siempre preguntar más allá. ¿Por qué es que está agotándose ya el potencial de los antibióticos?, y entonces, ¿qué podemos decir de la evolución de los parásitos?, ¿cuáles son parásitos nuevos? En vez de estudiar enfermedades una por una, podemos preguntar cuál es el potencial de compartir enfermedades con reptiles, con murciélagos, con roedores. De antemano, antes de que aparezcan, tenemos que dar dos o tres pasos hacia atrás para mirar el todo.

Entonces, para mí, esta triple vida se nutre mutuamente. De primera intención hay una competencia por el tiempo, porque el día que voy a la manifestación no

puedo estar en el laboratorio; pero por otro lado, ver el mundo en la calle, encontrándose con la policía, nos da una visión más amplia del comportamiento y de qué produce nuestro ambiente que solamente limitarse a la biblioteca. Trabajar en los movimientos políticos como científico, en la ciencia como político y en la industria del conocimiento como un trabajador, enriquece la vida. Y a mí me dio el privilegio de trabajar con problemas intelectualmente retadores, comprometido con la humanidad y con gente que quiero. Gracias.

Richard Levins  
Facultad de Ciencias, UNAM  
Cd. de México  
Noviembre, 2013