Agroecología y sistemas complejos. Planteamientos epistémicos, casos de estudio y enfoques metodológicos[1]

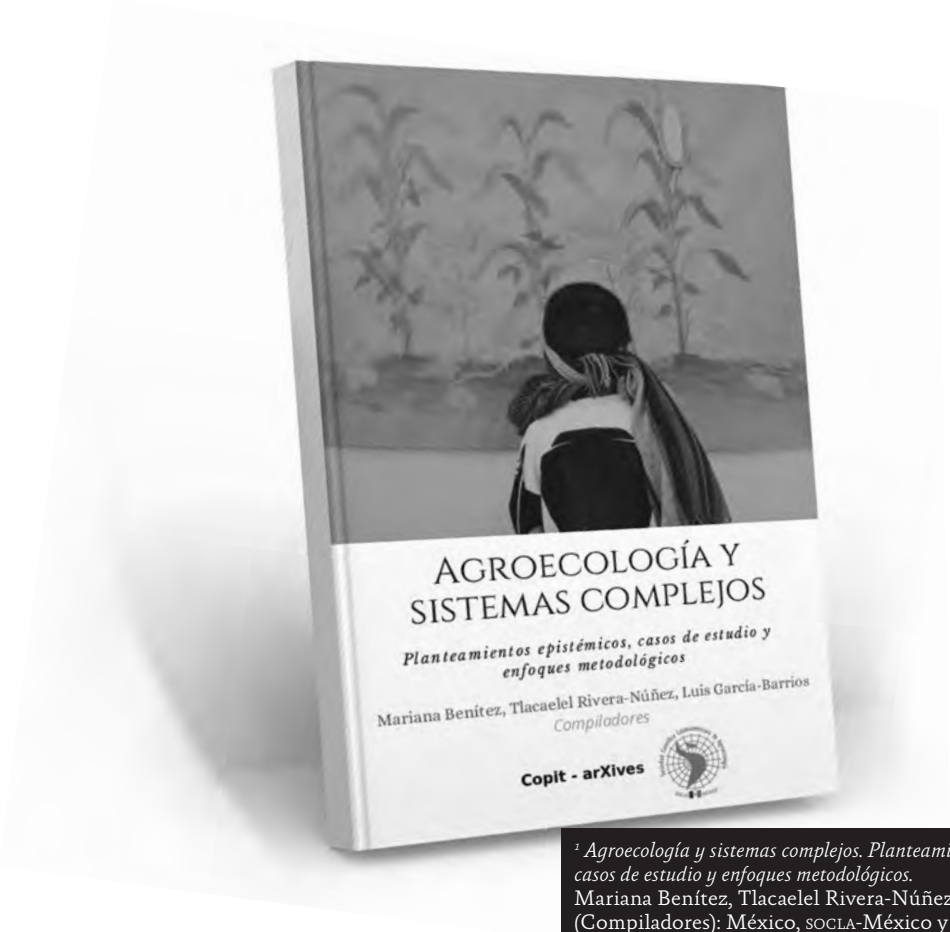
Mariana Benítez, Tlacaelel Rivera-Núñez y Luis García-Barrios (compiladores)

José Luis Gutiérrez Sánchez

Hasta el último tercio del siglo xx, nuestros esfuerzos por comprender el mundo se aglutinaban en torno a dos grandes campos: por un lado, el de las ciencias de la naturaleza con la física como modelo y, por otro, el de las ciencias sociales y las humanidades. Buena parte de las primeras se habían construido sobre la base de representaciones matemáticas elegantes y robustas, mayormente de carácter lineal, pero inadecuadas cuando se trataba de extenderlas a las del segundo campo y tampoco daban resultados importantes cuando se trataban problemas de su propio campo como la predicción meteorológica, la sismicidad, la evolución de los ecosistemas o el desarrollo embrionario en donde la no linealidad es inherente e inexcusable.

La invención de las computadoras y el acelerado aumento de sus capacidades propició que la teoría de los sistemas dinámicos no lineales —una rama de la matemática que, por así decirlo, se había estancado durante siglos— se desarrollase y deviniese instrumento notablemente útil en la investigación de procesos no lineales y en la búsqueda de soluciones en problemas interdisciplinares con componentes naturales, sociales y humanos. Aproximadamente desde los años sesenta del siglo pasado, ese desarrollo fue configurando un nuevo *órganon* intelectual y científico, un nuevo instrumental para el pensamiento, cuyas herramientas —la teoría de redes, los autómatas celulares, los modelos dinámicos con ecuaciones diferenciales o los basados en agentes, por citar algunas— han permitido representar interacciones de los elementos de un sistema y descubrir la evolución inducida en el mismo por esas interacciones. Este instrumental fue constituyendo, con el tiempo, lo que hace más de treinta años se conoce como teoría de los sistemas complejos y el conjunto de sus cada vez más amplias derivaciones en muy distintas áreas del conocimiento ha dado en llamarse ciencias de la complejidad.

En el prólogo de *Agroecología y sistemas complejos. Planteamientos epistémicos, casos de estudio y enfoques metodológicos* se advierte de la importancia capital para nuestro tiempo de recuperar y fortalecer la sustentabilidad «en los agroecosistemas y en los sistemas agroalimentarios», lo que requiere una visión integradora de las aportaciones de diferentes disciplinas y se destaca como la mayor contribución del libro el abordar sus temas con «nuevos marcos interpretativos y herramientas analíticas» que los autores hallan en las ciencias de la complejidad.



[1] *Agroecología y sistemas complejos. Planteamientos epistémicos, casos de estudio y enfoques metodológicos.*
Mariana Benítez, Tlacaelel Rivera-Núñez y Luis García-Barrios (Compiladores): México, SOCLA-México y Copit-ArXives, 2021 (XVIII + 142 pp.).

La obra consta de una introducción y siete capítulos. En la primera (con base en la cual ha sido escrita esta reseña) se explica que la agroecología involucra flujos de materia y energía, tecnología, conocimientos y prácticas de manejo, propósitos y relaciones sociales, económicas y políticas lo que da como resultado «el abigarramiento de escalas espacio-temporales, ...comportamientos inestables y muy diversas dinámicas emergentes»; se reconoce que conceptos y categorías de la teoría de los sistemas complejos como las dinámicas caóticas, la autoorganización, la sincronización de oscilaciones y las transiciones críticas son mejores herramientas para pensar los procesos agroecológicos que las que pretenden predecir, de manera mecánica y lineal, trayectorias y desenlaces unívocos aunque advierten de la necesidad de dialogar con quienes trabajan los agroecosistemas cotidianamente y manifiestan que:

> ...la agroecología va mucho más allá de la investigación científica y del ámbito académico, pues se ubica también como un movimiento social y como una serie de prácticas concretas para la transformación de los sistemas agroalimentarios hacia modelos justos, resilientes y sostenibles.

Es aquí donde las aproximaciones desde las ciencias de la complejidad enfrentan quizá sus principales retos... pues todavía es necesario ensayar y poner en práctica formas de trabajo colectivo en las que, por ejemplo, los modelos matemáticos o computacionales que suelen desarrollarse desde las ciencias de la complejidad sean abstraídos, pensados y utilizados colectivamente con quienes habitan los territorios en donde avanza la agroecología en la práctica y como movimiento social.

En rigor, desde el punto de vista de quien esto escribe, habría que dar por sentado que la neutralidad de la ciencia es una impostura y que toda investigación científica debería ser cuidadosa de sus consecuencias sobre la vida no solo de los seres humanos sino de estos y de su entorno. Inquietudes semejantes se dan desde la perspectiva de los editores al advertir que no es suficiente tratar de comprender la complejidad de los agroecosistemas con las herramientas del nuevo órganon; es necesario, entre otras precauciones, construir participativamente las propuestas de solución con las comunidades y los «actores y sectores de interés» y evitar «la reificación de modelos» y su «hegemonía epistémica». A estas preocupaciones se trata de responder en el libro y, en un apretado resumen, describen los temas de cada uno de los siete capítulos.

En «¿Me da su hora, por favor? Es tiempo de ecopoiesis», el autor discute si la agroecología es «el mapa energético-ecológico-social más sutil para producir-distribuir alimentos y compartir el mundo con los no humanos» y si puede ser la base de un nuevo modelo para la convivencia sustentable de los seres humanos con su entorno biótico.

Al considerar necesaria una transición de las agriculturas basadas en el capital a otras basadas en el trabajo campesino, en «Cuestiones agrarias y transformaciones agroecológicas» se plantea como concepto movilizador la «soberanía alimentaria, entendida como territorio inmaterial en la batalla simbólica y como territorio material en la construcción concreta de nuevas realidades organizativas, agrícolas y propiamente alimentarias».

«Agricultura, biodiversidad y diversidad cultural en paisajes campesinos: una relación de mutua determinación» es un estudio de caso en Oaxaca, México, en el que se ponen en juego herramientas de los sistemas complejos como el análisis de redes. Sobre la base de un cuidadoso trabajo de campo, «aportan evidencia respecto a los mecanismos que pueden contribuir a la reproducción de la diversidad biológica y cultural, asociadas a matrices agrícolas campesinas».

La seguridad y la soberanía alimentarias dependen fuertemente de la conectividad, diversidad y redundancia de los sistemas agroalimentarios que se han dado históricamente entre las ciudades y las zonas rurales. Esta es la tesis que —desde una visión de sistemas complejos que integran estudios sociológicos y ecológicos— se expone en «La agricultura como un componente crítico para la resiliencia urbana».

En «Sistemas computacionales inteligentes en agroecología» se presenta la propuesta de desarrollar *software* libre, «socialmente comprometido», amigable y accesible para la transición agroecológica en el control de plagas, evaluación y predicción de cambios de suelos y manejo integrado de policultivos como una opción de resolución de problemas disponible para comunidades «sin muchas posibilidades adquisitivas ni apoyos gubernamentales».

Producto de quince años de interacción con pobladores de una reserva de la biosfera en el territorio montañoso subtropical de Chiapas, en México, los autores de «Río de Vida Campesina (RVC): un juego de mesa serio para familias rurales

que simula la complejidad de su reproducción social» presentan un juego en el que capturan «los componentes y la dinámica de reproducción social de hogares campesinos marginados contemporáneos y simula comportamientos sobre las estrategias y trayectorias de vida que pueden ser observados empíricamente en los territorios rurales». El dispositivo permite «tomar decisiones como equipo sobre un conjunto de capacidades impermanentes e interdependientes que deben reproducir continuamente en ciclos anuales, negociando la distribución de beneficios con actores externos en campos sociales inciertos, pero con variaciones conocidas». En una clave propia de la pedagogía del oprimido de Paulo Freire, «RVC representa una herramienta de aprendizaje de tercer orden y un espacio lúdico y seguro para que los hogares rurales hagan explícitas sus realidades, intercambien ideas y exploren posibilidades de acción y sus necesidades de cambio».

En el último capítulo, «Cambio y resiliencia en un sistema socioecológico de la Península de Yucatán» se presenta un modelo basado en agentes y en dinámica de redes (alimentados con datos recabados durante décadas) como herramienta útil en la exploración prospectiva de cambios en la cobertura vegetal y el uso de suelo y de la población de monos araña en un área natural protegida de los que se sigue cómo «la integración de componentes y fenómenos ecológicos y sociales… permite analizar qué factores confieren, en conjunto, resiliencia a todo el socioecosistema». Estudios de este tipo, sostienen los editores, son significativos «para muchos otros casos en zonas de alta biodiversidad. Idealmente, este tipo de aproximaciones podrían informar o facilitar acuerdos a nivel comunitario o institucional que involucren escalas espaciotemporales amplias para el uso de recursos».

Hace casi sesenta años, Ilya Prigogine formuló el concepto de estructuras disipativas, Edward N. Lorenz se topó con la dinámica caótica del estado del tiempo atmosférico, Robert M. May descubrió la dinámica muy complicada en un modelo matemático muy simple y James E. Lovelock enunció la hipótesis Gaia sobre la base de la simulación computacional del «mundo de las margaritas». Desde entonces, la fecundidad del nuevo órganon no parece tener límites: el premio Nobel de física en 2021 fue concedido «por sus revolucionarias contribuciones a nuestra comprensión de los sistemas complejos»; conjuntamente a Syukuro Manabe y Klaus Hasselmann «por la modelación física del clima de la Tierra, cuantificando la variabilidad y prediciendo confiablemente el calentamiento global» y a Giorgio Parisi «por el descubrimiento de la interacción del desorden y las fluctuaciones en sistemas físicos desde la escala atómica a la planetaria».

Por esto, sólo podemos ver con optimismo y agradecimiento obras como *Agroecología y sistemas complejos* en la que se conjuntan un compromiso con el bienestar de la gente de más bajos recursos integrada e inseparable de su medioambiente, una ética del cuidado de la vida en su más amplio sentido y una formación científica interdisciplinaria que ha abrevado conocimientos y sabiduría en las mejores fuentes disponibles.

Por si todo esto no fuese suficiente, el libro puede descargarse gratuitamente de:

http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/TS0022ES/TS0022ES.html