

**PHYSICS, NATURE AND SOCIETY
A GUIDE TO ORDER AND COMPLEXITY
IN OUR WORLD**

Joaquín Marro. Springer International Publishing Switzerland, 2014.

Física, naturaleza y sociedad

Joaquín Marro nos guía a través del orden y la complejidad del mundo

Decía Epicuro en su *Carta a Heródoto* que «llegar a un conocimiento preciso de las cosas más importantes es la tarea de las ciencias naturales» (lo que entonces llamaban física) y, más todavía, que «nuestra felicidad depende de ello». De esto trata el libro del profesor de la Universidad de Granada Joaquín Marro, traducción corregida y aumentada de *Física y vida: De las relaciones entre física, naturaleza y sociedad* (Crítica, 2012), publicada por Springer. Traducción que, por otra parte, y por quitarme de en medio cuanto antes el mayor *pero* que le voy a poner al libro, es muy manifiestamente mejorable, cosa que creo que ha de ir al debe de la editorial.

Joaquín es un pionero de la física estadística. Iba a decir que en España, pero en realidad ha hecho contribuciones de nivel internacional, sobre todo en el campo de la física estadística fuera del equilibrio. Hizo su tesis en Barcelona en 1972 y, a continuación, con la primera beca Fulbright concedida en España, una segunda tesis en Nueva York. A su vuelta a España, establecido en Granada, comenzó a organizar los *Granada Seminar*, que han sido, junto con la escuela de Sitges que inició Pedro Garrido, inspiradores de la mayoría de la comunidad de física estadística española.

Con 25 ediciones del *Seminar* a sus espaldas y comenzando su carrera como profesor emérito, Joaquín nos trae en este libro su visión de la física tal y como muchos investigadores la entienden hoy: como esa ambiciosa física griega que busca respuestas a todo. Pero el libro es también, quizá deliberadamente, la historia del viaje personal del autor a través de los conceptos englobados bajo el epígrafe

de «sistemas complejos». En este sentido, su propósito es guiarnos, a través de un camino más o menos intuitivo, fenomenológico y usando ejemplos, por los temas que la física estadística está abordando en los últimos años y que para él constituyen una extensión de la propia disciplina, todavía en construcción.

Por el libro desfilan los conceptos fundamentales sobre los que se basa la ciencia de los sistemas complejos: invariancia de escala, criticalidad, irreversibilidad, ruido, caos, universalidad y no linealidad. Lo hacen en un orden idiosincrásico, que

**Estamos a las puertas
de una nueva física
estadística, capaz
de tratar problemas
que ni por asomo
parecía posible**

a veces parece desorden pero que no está exento de propósito. La presentación es lo menos matemática posible. De hecho, la notación matemática es escasa y el énfasis se pone en la descripción de los problemas y sus conexiones.

La primera etapa del viaje es la que hacemos antes de salir: preparar el equipaje adecuado. Ese equipaje nos lo proporciona un repaso metodológico, somero pero no superficial, que ocupa el primer

capítulo del libro y que nos sirve de presentación de esos conceptos básicos. Es también una declaración de intenciones más filosófica, en la que destaca el cierre del capítulo y la discusión de «ciencia frente a creencia», que pone las cosas en su sitio para lo que va a venir... que es mucho y muy variado, además de muy interesante.

En 180 páginas, Joaquín nos pasea por escenarios que van del tráfico de coches a la cooperación entre personas. Comienza el viaje por los autómatas celulares, sencillas concepciones abstractas que permiten ilustrar de manera fácil cómo reglas simples de interacción local dan lugar a comportamientos organizados del sistema como un todo, comportamientos que llamamos «emergentes». Es el caso del tráfico, donde aprendemos que los autómatas nos enseñan por qué muchas veces nos tropezamos con atascos sin causa aparente, con una fenomenología que adelanta el estudio de los fenómenos críticos. De ahí nos transportamos al ignoto mundo del caos y de la dinámica no lineal, de la que el mejor ejemplo es el comportamiento aparentemente errático de las poblaciones animales en los ecosistemas. Un comportamiento que, además, permite mostrar cómo la dinámica no lineal no es más que otra descripción de lo que nos enseñaban los autómatas.

Llegamos así a los fenómenos críticos, el estudio de las transiciones de fase, que estaba en los albores cuando Joaquín hacía su tesis y que es hoy una subdisciplina muy bien establecida. Prueba de ello es el concepto de universalidad, que tanto manejamos los físicos: para determinar las propiedades fundamentales de una transición de fase, solo es necesario conocer unas pocas cosas sobre el sistema de que se trate [*véase* «Problemas físicos con muchas escalas de longitud», por Kenneth Wilson; *INVESTIGACIÓN Y CIENCIA*, octubre de 1979; *reeditado para* «Grandes ideas de la física», colección TEMAS DE IYC, n.º 80, 2015]. El ejemplo en este caso es la transición de percolación y su relación con el estudio de los incendios forestales. No sorprendentemente, los autómatas —la descripción microscópica— sigue subyaciendo y apareciéndose para hablarnos de por qué unos incendios son catastróficos y otros no. Y esto nos deja en la siguiente etapa, donde nos encontramos con el ruido como provocador de orden o, al menos, de estructura. Un ruido especial, con propiedades peculia-

res y a pesar de ello ubicuo, que se manifiesta en el vuelo de los pájaros, en el crecimiento de dispositivos electrónicos y en la configuración de las macromoléculas orgánicas.

Pero la universalidad es un concepto tan potente que nos permite continuar el viaje hacia terrenos tan alejados de la física como el funcionamiento del cerebro o los comportamientos sociales. En realidad, la universalidad nos dice, como bien explica el autor, que en el fondo da igual de qué sistema se trate si sabemos cómo interaccionan sus componentes. Joaquín juega así en casa cuando nos resume la investigación que le ha ocupado en los últimos años sobre los modelos de cómo el cerebro reconoce patrones (con la colaboración inestimable del ruido).

Y para terminar nuestro viaje nos deja en el complicado mundo de las interacciones humanas: estudiando a golpe de ideas físicas cómo y por qué cooperamos unos con otros, cómo se propagan las ideas y las culturas, o cómo los chicos listos de los mercados financieros se comportan tan gregariamente como las bandadas de pájaros o los rebaños de ovejas.

Pondré aquí la otra pequeña pega que he encontrado, y es que, teniendo en España una de las comunidades más importantes de físicos heterodoxos, el libro tiene muy escasas referencias a sus trabajos, pese a ser de enorme relevancia internacional (a título de ejemplo, recomiendo el número relativamente reciente de la *Revista Española de Física*, que entonces dirigía Joaquín, sobre sistemas complejos socio-tecnológicos, donde el lector puede encontrar esa panorámica de lo que se hace en España).

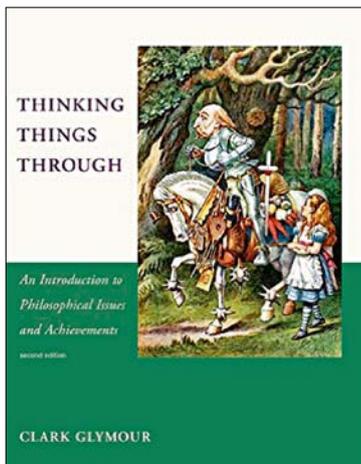
Llegamos de esta manera al puerto al que nos guiaba Joaquín desde el principio: a la conclusión de que, aunque queda mucho por hacer, estamos a las puertas de una nueva física estadística, capaz de tratar problemas que ni por asomo parecía posible. Una nueva ciencia de la complejidad, en la que trabaja una comunidad cada vez más amplia y distribuida por todo el mundo, y que el autor ve paralela al período entre la física newtoniana y la elaboración de la teoría cuántica.

En su libro *Six degrees: The science of a connected age* (W. W. Norton & Company,

2003), el matemático aplicado y reconvertido en sociólogo Duncan J. Watts afirmaba: «Los físicos están perfectamente preparados para invadir otras disciplinas, ya que son extremadamente inteligentes pero también mucho menos quisquillosos con los problemas que eligen estudiar. [...] Por irritante que sea esta actitud, la llegada de los físicos a un área de investigación que la física no había tocado a menudo presagia un período de gran descubrimiento y excitación. [...] Nadie aterriza con tal furia y en tan gran número como un grupo de físicos hambrientos, adrenalinizados por el olor de un nuevo problema».

No podía terminar esta reseña con un mejor retrato del espíritu del libro, espíritu que el autor sigue transmitiendo a las nuevas generaciones de físicos. Gracias, Joaquín, y que sea por muchos años.

—Ángel Sánchez Sánchez
Grupo Interdisciplinar
de Sistemas Complejos
Universidad Carlos III
Madrid



THINKING THINGS THROUGH AN INTRODUCTION TO PHILOSOPHICAL ISSUES AND ACHIEVEMENTS

Clark Glymour. MIT Press; 2.ª edición, 2015.

Metaciencia

Raíces filosóficas de la investigación científica

Prueba, demostración, refutación, contrastación empírica, generalización, verdad, falsedad, probabilidad y causalidad pertenecen a esa gavilla de conceptos indisolubles de cualquier investigación y de la ciencia resultante. Constituyen el núcleo de la metaciencia. En particular, causalidad y probabilidad son las dos ideas unificadoras del método científico moderno. El libro de referencia amplía ese horizonte y plantea la situación contemporánea de cuestiones centrales del pen-

samiento filosófico que se reflejan en lógica, estadística, teoría de la decisión, ciencia de la computación y ciencia de la cognición.

Lo que uno piensa sobre la estructura del mundo tiene mucho que ver con lo que piensa sobre cómo ha de proceder la investigación, y a la inversa. Todos esos temas implican, a su vez, reflexiones sobre la mente, pues es la mente la que conoce. Hay, en primer lugar, muchas cuestiones que no se abordan en física ni en psicolo-

gía. ¿Cómo podemos conocer que existen partículas tan pequeñas que escapan a nuestra detección? ¿En qué consiste una explicación científica? ¿Cómo sabemos que el proceso de la ciencia nos lleva a la verdad, sea esta lo que sea? ¿Qué es la verdad? ¿Cómo sabemos que hay otras mentes? ¿Qué hechos determinan si una persona en un momento dado es la misma persona en otro momento del tiempo? ¿Cuáles son los límites del conocimiento? ¿Qué es una demostración o prueba?

La ciencia de la computación se creó con los resultados de más de 2000 años de empeño en responder a una cuestión sencilla: ¿en qué consiste una demostración o una prueba? Una rama de la estadística moderna, la estadística de Bayes, emergió en busca de una respuesta a la pregunta: ¿qué es una creencia racional? La teoría de la toma de decisiones racionales, nuclear en la economía moderna, tiene el mismo origen. La ciencia cognitiva moderna, que se propone estudiar la mente humana a través de experimentos y con el auxilio de modelos de ordenador, de la conducta y del pensamiento humanos, constituye el resultado de unir una tradición filosófica de especulación sobre la estructura de la mente con los frutos de