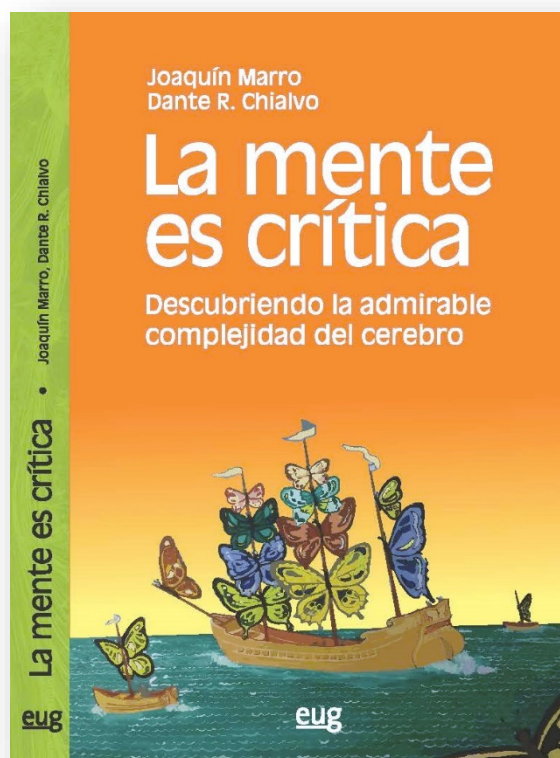


# ¡Seamos Críticos! — Una reseña del libro “*La Mente es Crítica: Descubriendo la admirable complejidad del cerebro*”, por Joaquín Marro y Dante R. Chialvo (Editorial Universidad de Granada, Granada 2017: <http://sl.ugr.es/09Qk>)

---

Inspirado en ideas previas de griegos y árabes, Leonardo da Vinci distinguió entre *microcosmos* y *macrocosmos*, y sacó provecho de ello en pleno Renacimiento. Cuatrocientos años después, empezando el siglo XX, Ludwig E. Boltzmann iniciaría una provechosa labor científica tendente a construir relaciones precisas, formuladas con matemáticas, entre imágenes de la naturaleza. Estableció un vínculo esencial entre los mundos descriptivos distintos, bien definidos, que proporcionaban entonces dos disciplinas aparentemente independientes: la *termodinámica*, capaz de ligar la temperatura de un gas con la presión que ejerce sobre las paredes de su recipiente, y la *mecánica* o dinámica de cada una de las moléculas que forman ese mismo gas. Una inusual perspicacia también condujo a Boltzmann a prever una íntima relación entre “procesos mentales” y “procesos materiales”, loca idea en aquel tiempo que ha resultado fundacional en el desarrollo de la neurociencia. Por esa misma época, Santiago Ramón y Cajal demostraba que la “materia gris” no era un medio continuo sino agrupación de elementos separados entre los que distinguió *neuronas*, unas células especiales filamentosas empeñadas en comunicarse entre sí, que podrían quizá llegar a explicar “los secretos de la vida mental”, como él mismo dejó escrito.

Esos trabajos son precursores de la proclama “*More is different*” en 1972 de Philip W. Anderson: un conocimiento perfecto de los elementos de un sistema complejo —como las moléculas que forman un material— no garantiza comprenderlo. Se escapan propiedades de carácter global, como dureza, flexibilidad, color, facilidad para la conducción de calor o de electricidad, etc., que suelen ser las circunstancias que más nos interesan. En el mismo sentido, se ha advertido de que ya sabemos mucho sobre genes o agentes económicos y, sin embargo, todavía no entendemos bien las consecuencias de sus agregados, como el sistema genético y la consecuente herencia o las claves de la economía global.



Sorprende desde esta perspectiva cómo los esfuerzos de la ciencia por comprender las propiedades que manifiesta nuestro cerebro han venido descansando en el estudio de elementos y procesos en el interior de la neurona. Tanto es así que los premios Nobel en esta parcela del conocimiento vienen sistemáticamente reconociendo estudios sobre aspectos de la neurona.<sup>1</sup> El físico matemático Joaquín Marro y el fisiólogo Dante Chialvo han colaborado en este libro aceptando explícitamente el reto de comprender la estructura y el funcionamiento del cerebro consecuencia de relaciones entre neuronas, de su cooperación a través de enlaces sinápticos dinámicamente intencionados y de la interacción del conjunto con el exterior. Con este propósito, Marro y Chialvo han elaborado un ensayo divulgativo que responde a cuestiones como ¿Qué es la mente? ¿Cómo logra tanta eficacia, capacidad y versatilidad si combina elementos tan sencillos? ¿Hay analogías con el concepto de vida? ¿Y con el comportamiento social? Sus respuestas resultan encuadrarse en una nueva perspectiva científica de carácter interdisciplinar que, basada en aquellas visiones pioneras de da Vinci, Boltzmann y otros muchos (Maxwell, Gibbs, Einstein, Wilson, Kadanoff, Stanley,...), ha dado en llamarse *Ciencia de la Complejidad* para, partiendo de conceptos de la física, y usando herramientas precisas, llegar a una descripción coherente de la naturaleza. Es por esto que el libro parte de un sencillo repaso de temas de actualidad en ciencia —desde interacción, redes y correlación hasta emergencia, comportamiento crítico, multiescala, atractores, ruidos y caos— para llegar a ofrecer una respuesta directa a esas preguntas de un modo que hoy ya permite profundizar en cuestiones relacionadas no solo con la estructura y el funcionamiento del cerebro sino también con la esencia de la vida. La estrategia en estos estudios, que ya guía parte importante del progreso actual, implica que, para cumplir con el objetivo y siguiendo lo observado, ha de asumirse que la naturaleza es tan sabia al perfilar sus tareas como sobria en sus manifestaciones, luego hay parsimonia y universalidad. Se sigue también que *forma y función* suelen estar de hecho apretadamente vinculadas entre sí, influyendo una en la otra, y que ambas resultan de una cooperación íntima entre elementos capaz de propagar por el sistema información y orden con agilidad. Guiados tanto por sus genes como por interacción con el exterior, los sistemas vivos logran establecer así un estado “crítico”, uno que resulta ser extraordinariamente sensible, versátil y adaptable al entorno, empeñado en ir constantemente optimizando su eficacia funcional. El libro incide de manera convincente en una rotunda universalidad de la descripción científica, y repasa a

---

<sup>1</sup> Se premió a Cajal y a Golgi en 1906 por estudios morfológicos de la neurona, a Adrian y Sherrington en 1932 por descubrimientos de la función neuronal, y a Dale y Loewi en 1936 por descubrir la transmisión química de los impulsos nerviosos. Siguieron Hodgkin, Huxley y Eccles en 1963, por trabajos sobre procesos iónicos en la membrana neuronal, Katz, von Euler y Axelrod en 1970, por estudios de los neurotransmisores moleculares, y Hubel y Wiesel en 1981 por descubrir el procesamiento de información de las neuronas de la corteza visual. En 1991, los Nobel festejaron el desarrollo de las técnicas de Sakmann y Neher para monitorizar el flujo de iones en la membrana neuronal, y en el año 2000 honraron los esfuerzos de Carlsson, Kandel y Greengard por comprender las moléculas de la memoria.

nivel divulgativo detalles de algunos de los escenarios relevantes en biología, neurociencia, física y sociología. Es más, ilustra cómo una atenta observación en todos ellos, siguiendo pautas de la física, sugiere que mantener un estado global de “complejidad crítica” es seguramente la fuerza que guía a la naturaleza para determinar conducta social, diseñar arquitectura cerebral, conformar la mente dotándonos de sus admirables propiedades,... y originar y mantener vida. Así se comprende bien cómo surgen maravillosas realidades naturales y la destreza que muestran para adaptarse a sus circunstancias, y el libro incide en conceptos clave como los de inteligencia y conciencia, y describe interesantes y curiosas circunstancias. Entre éstas, estados de atención, alucinaciones y la posibilidad real de que puedan controlarnos la mente desde el exterior.

El libro, después de un prólogo descriptivo del contenido y de su carácter, se estructura según el siguiente índice. —*Prima Donna*: La cosa a comprender. Neurociencia. Origen del pensamiento. Neuronas matemáticas. El otro extremo, y los mapas de Borges. —*Complejidad* y su dinámica: Cambios naturales de fase. Eficacia de lo crítico. Anormalidades muy naturales. Potencias y exponentes críticos. ¡Avalancha! Universalidad. Ruidos de colores. Violando el determinismo. Mapas matemáticos. Coeficientes de Lyapunov. Irregularidades. Escala dinámica. No es lineal ni está en equilibrio. Ecuación del movimiento. La complejidad emergente. Complejo versus complicado. —Relaciones estructuradas: La malla que liga. Dando forma a la relación. Proximidad. Cómo tender redes. Un cableado preferencial más “justo”. La malla se hace crítica. Organizando la maraña. Mezclar es bueno. Entropía de la red. *Conectoma*, estructura y tal. —Evidencia crítica: *Terremotos* cerebrales. Ventajas de tener un cerebro crítico. Optimizando en un entorno óptimo. Correlaciones y dinámicas mentales. —Un cerebro *in silico*: El recuerdo, camino hacia el talento. Ruido biológico y fluctuaciones sinápticas. La irregularidad nos hace inteligentes. Un buen uso de las sinapsis. Sobre las buenas relaciones. Estructurando la malla. —*Bestiario* mental: La excitación se transmite. Resonancias. Cambios que animan la mente. Hay asimetrías. Y brotó la inteligencia. Ego y otras memorias. Estructura para recordar mejor. De cómo nos hacemos inteligentes a la vez que críticos. Estamos en el mismo borde ¿de qué? Hormigas con talento. Robots inteligentes. Límites al talento social. Psicología virtual. —Penetrando la mente: Estados de atención. El modelo es perturbado. ¡Cuidemos las sinapsis! Conciencia, y el *dolce far niente*. Condiciones mentales y premonición. Termina con una útil bibliografía donde destaca el libro de J. Marro “*Physics, Nature and Society: A Guide to Order and Complexity in Our World*” (Springer, Berlin 2014) que presenta y discute conceptos aquí desarrollados en los escenarios que les son más característicos.

Referencias: <https://canal.ugr.es/noticia/ugr-publica-la-mente-es-critica>, <http://sl.ugr.es/09Qk>

## Los autores:

**Joaquín Marro** se doctoró en Barcelona y en Nueva York, siendo luego profesor visitante en varias universidades. Es ahora profesor emérito de la Universidad de Granada, donde ha fundado el *Granada Seminar* y el *Instituto Carlos I de Física Teórica y Computacional*. Autor de dos centenares de trabajos y libros de investigación y divulgación, conocido por sus estudios acerca de las propiedades de la materia, su actividad se centra desde hace más de dos décadas en el modelado matemático de la estructura y actividad cerebrales. Detalles en <http://ergodic.ugr.es/jmarro/>



**Dante Chialvo** se graduó en medicina en Rosario y actualmente es Investigador Principal del *Conicet* en Argentina. Ha sido profesor de fisiología en la *Northwestern University* de Chicago y en la *Universidad de California en Los Angeles* y profesor invitado en universidades en EEUU, Europa y Sudamérica, incluyendo la Complutense de Madrid y la UIB de Mallorca donde participa en el postgrado de neurociencia. Ha estudiado fenómenos complejos en biología, siendo notables sus contribuciones seminales de teoría de fenómenos críticos en el estudio de la complejidad de la mente. Detalles en [www.chialvo.net](http://www.chialvo.net)

