

**Mariano López de Haro**

El Dr. Mariano López de Haro es investigador titular del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México y miembro de la Academia de Ciencias de Morelos. Conoce personalmente al Premio Nobel Giorgio Parisi y ha colaborado con uno de sus grupos de investigación.

*Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.*

Muy recientemente, en esta misma sección de La Unión de Morelos, Araceli Hernández Granados y Horacio Martínez Valencia se refirieron a la concesión del Premio Nobel de Física 2021 compartido en una mitad por los Dres. Syukuro Manabe y Klaus Hasselmann y la otra mitad por el Dr. Giorgio Parisi [1]. Hoy yo quiero abundar un poco en la información que concierne a este último por dos razones. En primer lugar, porque una de sus contribuciones científicas fundamentales es en el campo de la Mecánica Estadística, que es en el que trabajo. Pero, adicionalmente, porque mi relación con la Universidad de Extremadura, que se remonta al año 1990, me ha hecho buen amigo de uno de sus colaboradores más cercanos, el Dr. Juan Jesús Ruiz Lorenzo, quien es coautor del Dr. Parisi en más de setenta publicaciones, y también coordinó un proyecto de investigación en el que participé. De manera que, y lo digo con total modestia, como señala otro buen amigo y colaborador de la Universidad de Extremadura, el Dr. Andrés Santos Reyes, “algunas gotitas del Nobel 2021 nos salpican también a nosotros”.

Es precisamente a través de Juan Jesús y de mis visitas a Extremadura que, independientemente de su trayectoria académica a la que también me referiré, he podido conocer algunos datos personales y anécdotas de Giorgio Parisi que quiero resaltar. Empezaré por algunos datos biográficos. Nació en Roma el 4 de agosto de 1948, está casado y tiene dos hijos. Estudió Física en la *Scuola Scientifica San Gabriele* a partir de 1966, y se graduó (Laurea en Física) en la *Università di Roma La Sapienza* en 1970, bajo la dirección de su mentor Nicola Cabbibo. Fue investigador en el *Laboratorio Nazionale di Frascati* del *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare* de 1971 a 1981. Realizó estancias de investigación en la Universidad de Columbia (1973 - 1974), en el *Institut des Hautes Études Scientifiques* (1976 - 1977) y en la *Ecole Normale Supérieure*

de Paris (1977-1978). Se convirtió en Catedrático de Física Teórica en 1981 en la *Università di Roma Tor Vergata*, y en 1992 fue nombrado Catedrático de Teorías Cuánticas en *La Sapienza*, donde actualmente es Profesor Emérito e imparte regularmente clases de Mecánica Estadística (Figura 1). De 2018 a 2021 fue Presidente de la *Accademia dei Lincei*.

Ha publicado más de setecientos artículos y ha escrito varios libros [2-6] que han tenido una gran influencia en el área de la Física Teórica. Antes de ser galardonado con el Premio Nobel, ya había recibido importantes reconocimientos por sus contribuciones científicas, a saber la Medalla Boltzman en 1992 (que es el premio más importante concerniente a la mecánica estadística otorgado cada tres años por la Comisión de Física Estadística de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada); la Medalla Dirac en 1999 (que es otorgada cada año por el *Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics* (ICTP) por trabajo sobresaliente en Física Teórica); la Medalla Max Planck en 2011 (que es otorgada anualmente por la *Deutsche Physikalische Gesellschaft* por contribuciones extraordinarias en Física Teórica); el premio Lars Onsager en 2016 (que se otorga anualmente por trabajo extraordinario en Física Estadística Teórica, incluyendo fluidos cuánticos); y el Premio Wolf [7] en 2021 (otorgado anualmente a científicos y artistas vivos por “sus logros en interés de la humanidad y de las relaciones fraternas entre los pueblos (...) sin distinguir nacionalidad, raza, color, religión, sexo o tendencias políticas”). Evidentemente todos estos reconocimientos no son casuales. Su investigación se ha centrado fundamentalmente en la Física Teórica, especialmente en Física de Altas Energías, Mecánica Estadística, Dinámica de Fluidos y Materia Condensada, habiendo aportado grandes contribuciones en todas esas áreas. Siendo su campo inicial de trabajo la Física de Altas Energías, destaca la llamada ecuación de Altarelli-Parisi [8], imprescindible en el estudio de las colisiones protón-protón en aceleradores de partículas y que jugó un papel muy importante en el descubrimiento del bosón de Higgs. También es importante en esta área su propuesta del modelo de flujo tubular para el confinamiento de los quarks (basado en la analogía del confinamiento de los monopolos en superconductores) que hasta hoy es la mejor descripción de dicho confinamiento. Otra contribución destacada se refiere al desarrollo de métodos de construcción de

# Giorgio Parisi, Premio Nobel de Física 2021



FIGURA 2. LA supercomputadora APE 100.

supercomputadoras dedicadas para el estudio de la Cromodinámica Cuántica. En particular, en el desarrollo de la supercomputadora dedicada APE (“Array Processor Experiment”), su labor fue fundamental tanto en el diseño como en el desarrollo del compilador (Figura 2). En su momento, esta supercomputadora fue la más rápida del mundo.

Esta experiencia de diseño y construcción de supercomputadoras dedicadas, la ha capitalizado en la llamada colaboración Janus [9] iniciada en 2005 en la que físicos e ingenieros de Italia (Universidades de Ferrara y de Roma *La Sapienza*) y España (Universidades Complutense de Madrid, Zaragoza y Extremadura) han diseñado, construido y usado las supercomputadoras dedicadas Janus I y II, basadas en FPGAs (“Field Programmable Gate Arrays”) y programadas en lenguaje VHDL (“Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language”), esta vez para estudiar diversos problemas relacionados con vidrios de espín (una especie de aleaciones con propiedades magnéticas extrañas), que eran inabundables con el uso de las supercomputadoras convencionales. Cabe señalar

que con este tipo de máquinas se ha logrado multiplicar en más de tres órdenes de magnitud los tiempos simulados con las supercomputadoras convencionales (Figuras 3 y 4).



FIGURA 4. LA supercomputadora Janus II (2013).



FIGURA 3. LA supercomputadora Janus I (2008).

Uno de los rasgos característicos del trabajo de Parisi, como se mencionó en el caso del confinamiento de los quarks, es el del aprovechamiento de resultados conocidos en un campo para aplicarlos en problemas de otros campos a primera vista muy disímiles. Particularmente fructífero ha sido su amplio conocimiento de los resultados de la física de partículas y de aquella parte de la física estadística que estudia fenómenos colectivos. Por ejemplo, ha usado la supersimetría (simetría que relaciona bosones y fermiones), propuesta originalmente en el contexto de la física de altas energías, para resolver diferentes problemas en física de la materia condensada. Por otra parte, ha usado también herramientas de la física estadística como el método de Monte Carlo y la dinámica molecular, para calcular propiedades de partículas compuestas por quarks como el protón y el neutrón. También, usando la Teoría Cuántica de Campos, desarrolló la formulación del Grupo de Renormalización en dimensión fija, que es particularmente importante y útil para el cálculo analítico de los expo-

nentes críticos en las transiciones de fase. Es importante apuntar que es muy difícil estudiar analíticamente las propiedades de la fase vidrio de espín en tres dimensiones. Los intentos teóricos iniciales hacían uso de una técnica matemática conocida como réplicas, pero los resultados llevaban a contradicciones, algo que atrajo el interés de Parisi quien en un principio pensó que dichas contradicciones se debían a un error trivial. Pero él mismo ha mencionado que requirió de seis meses de arduo trabajo para lograr una formulación correcta en dimensión infinita, lo que algunos consideran que es su mayor contribución científica: la teoría de la rotura espontánea de las simetrías de las réplicas [10 - 12]. Se tardó mucho tiempo más en descubrir que la solución que había encontrado para dimensión infinita estaba relacionada con la complejidad, constituyéndose los vidrios de espín en los prototipos físicos de los sistemas complejos. Estos sistemas y las técnicas usadas para estudiarlos han abierto nuevos enfoques en biofísica, econofísica, meteorología y otros campos. El propio Parisi ha contribuido a estas disciplinas, como lo ejemplifica el estudio de los estorninos, en el que colaboró y en el que siguieron a la misma parvada con tres cámaras sincronizadas y lograron la reconstrucción tridimensional del movimiento simultáneo de miles de estos pájaros. También importante en el contexto del Premio Nobel 2021 es su estudio de 1982 acerca de la resonancia estocástica en el cambio climático [13].

Otra contribución fundamental de Parisi, que además ha tenido impacto en otras disciplinas, es la que corresponde a la llamada ecuación de Kardar-Parisi-Zhang (KPZ) [14] que es una ecuación diferencial estocástica que describe el comportamiento (universal) de interfaces, frentes de reacción y superficies de crecimiento. Resulta que, como sucede en otros varios casos, a pesar de su indudable utilidad la propuesta de dicha ecuación no estaba bien definida desde el punto de vista matemático. Pero es interesante mencionar que el matemático austriaco Martin Hairer logró definirla de manera rigurosa, lo que le valió para que le fuera concedida la medalla Fields en 2014. Por sí lo anterior fuera poco, en el llamado mecanismo de Parisi-Sourlas [15] se estableció la relación entre la supersimetría y la dinámica estocástica, con lo que en el estudio de sistemas en presencia de desorden puede reducirse su dimensión dinámica. Adicionalmente, junto con Wu introdujo la cuantización estocástica [16], una cuantización en la que un sistema clásico en D+1 dimensiones sujeto a fluctuaciones es equivalente a un sistema cuántico en D dimensiones. Pasemos finalmente a algunas anécdotas que merecen ser conocidas porque dan muestra de su carácter y calidad humana. Cuando el 4 de abril de 2019 recibió el *Doctorado Honoris Causa* en la Universidad de Extremadura, en su alocución de agradecimiento hizo la siguiente declaración (que he traducido del inglés):

“... Debo confesar que hay también otra

razón que me hace sentir particularmente feliz en esta ocasión. No tengo ningún doctorado, ningún Ph. D. En la época en la que yo me gradué, no había Ph. D. en Italia. Al rellenar cualquier formato para eventos científicos en el que he tenido que escribir la fecha de mi Ph. D. he tenido que confesar la verdad de que no tenía un Ph. D. Desde luego, ¡todo cambia ahora! Déjeme añadir que escribí mi primer artículo de física en 1969, exactamente hace cincuenta años. Me llevó cincuenta años de arduo trabajo obtener mi Ph. D., pero, finalmente, lo obtuve y ¡me siento muy orgulloso de ello! Estoy seguro de que éste es el doctorado que se ha prolongado por más tiempo y me maravilla el haber establecido este récord...”

Por otra parte, además de la ciencia tiene una segunda pasión: el baile. Después de haber incursionado en bailes latinoamericanos, recientemente se ha vuelto un experto en danza griega moderna. Según afirma su hija, se apuntó a clases de danza griega porque necesitaba algo que no controlase y ¡que le supusiera un reto! Además, le gusta viajar y comer bien y aún se da el tiempo para emitir opiniones acerca de los restaurantes que visita (Figura 5).



FIGURA 5. PARISI bailando una danza griega moderna.

Finalmente, en su libro “*La chiave, la luce e l’ubriaco. Come si muove una ricerca scientifica*” (La llave, la farola y el borracho. Como se desarrolla una investigación científica) nos da un panorama realista acerca de cómo se trabaja muchas veces en ciencia: El científico (el borracho) intenta realizar un descubrimiento (usar la llave para abrir una cerradura), pero solo puede usar la cerradura que está iluminada por la farola y no otra que está a oscuras (¡y que probablemente llevaría a un descubrimiento más interesante!). Esto es, en general se hace la ciencia que se puede. Claramente, Parisi es un gran defensor de la ciencia básica y ha abierto muchas puertas a las que



JUAN JESÚS RUIZ Lorenzo y Giorgio Parisi el 4 de Abril de 2019.

no alumbraba ninguna farola. En opinión de Juan Jesús que yo comparto, Giorgio Parisi es un muy digno representante de la escuela italiana de Física que se remonta al Renacimiento y que incluye, entre otros científicos destacados, a Galileo, Torricelli, Volta, Lagrange, Majorana, Fermi y Cabbibo. Y, además de su gran

capacidad de trabajo, fuerza de voluntad y tenacidad, cuenta con un cerebro privilegiado que es capaz de enfrentarse a un problema desde muy diversos puntos de vista y de forma muy distinta a la que lo hacemos los demás. Pero no solamente eso, sino que además de sus grandes logros científicos, se ha involucrado con la sociedad italiana a través de su participación en movimientos sociales y políticos. Esto se puede constatar en su página web [18] en la sección “*Italian papers*”, en la que también se puede conocer otra faceta suya, la de escritor de cuentos. Adicionalmente, el impacto de su trabajo en ámbitos tan distintos como la antropología, la ciencia cognitiva, las finanzas y las ciencias sociales en general, confirman que se trata de uno de los científicos más influyentes del panorama internacional. (Figura 6)

Quiero cerrar esta contribución con dos reflexiones (ambas transmitidas por Juan Jesús), la primera de Nicola Cabbibo y la segunda del propio Parisi y traducidas por mí del italiano, con la esperanza de motivar a los jóvenes a involucrarse en actividades científicas. Son las siguientes: “¿Por qué debemos estudiar este problema si no nos divertimos al hacerlo?” (N. Cabbibo). “Esto es fácil: quizás también es posible” (G. Parisi).

*Agradecimiento.* Quiero agradecer a Juan Jesús Ruiz Lorenzo el haberme proporcionado mucho material para la escritura de este artículo y su cortesía al permitirme utilizar sus fotos.

**Referencias**

- [1] Araceli Hernández Granados y Horacio Martínez Valencia, “Premios Nobel de Física 2021” en *La Unión de Morelos* del 25 de Octubre de 2021, p. 16
- [2] Spin Glass Theory and Beyond (con Marc Mézard y Miguel Ángel Virasoro) (World Scientific, Singapore 1987).
- [3] Statistical Field Theory (Addison-Wesley, Reading, 1998).
- [4] Field Theory, Disorder and Simulations (World Scientific, Singapore, 1992).
- [5] Quantum Mechanics (con Gennaro Auletta y Mauro Fortunato) (Cambridge University Press, Cambridge, 2009).
- [6] Theory of simple glasses (con Pierfrancesco Urbani y Francesco Zamponi) (Cambridge University Press, Cambridge, 2020).
- [7] En matemáticas, física o química estos reconocimientos son considerados los más prestigiosos premios en esos campos después del Premio Nobel o la Medalla Fields.
- [8] G. Altarelli y G. Parisi, “Asymptotic freedom in parton language”, *Nuclear Physics B* 126, 298 (1977)
- [9] M. Baity-Jesi, R.A. Baños, A. Cruz, L.A. Fernandez, J.M. Gil-Narvion, A. Gordillo-Guerro, M. Guidetti, D. Iñiguez, A. Maiorano, F. Mantovani, E. Marinari, V. Martin-Mayor, J. Monforte-García, A. Muñoz Sudupe, D. Navarro, G. Parisi, M. Pivanti, S. Perez-Gavro, F. Ricci-Tersenghi, J.J. Ruiz-Lorenzo, S.F. Schifano, B. Seoane, A. Tarancon, P. Tellez, R. Triplicione, y D. Yllanes, “Reconfigurable computing for Monte Carlo simulations: Results and prospects of the Janus project”, *Eur. Phys. J. Special Topics* 210, 33 (2012).
- [10] G. Parisi, “Toward a mean-field theory for spin glasses”, *Phys. Lett.* 73 A, 203 (1979).
- [11] G. Parisi, “Infinite number of order parameters for spin-glasses”, *Phys. Rev. Lett.* 43, 1754 (1979).
- [12] G. Parisi, “Magnetic properties of spin glasses in a new mean field theory”, *J. Phys. A: Math. Gen.* 13, 1887 (1980).
- [13] R. Benzi, G. Parisi, A. Sutera y A. Vulpiani, “Stochastic resonance in climatic change”, *Tellus* 34, 10 (1982).
- [14] M. Kardar, G. Parisi y Y.-C. Zhang, Dynamic Scaling of Growing Interfaces, *Phys. Rev. Lett.* 58, 889 (1986).
- [15] G. Parisi y N. Sourlas, “Random magnetic fields, supersymmetry and negative dimensions”, *Phys. Rev. Lett.* 43, 744 (1979).
- [16] G. Y. Parisi y Y.-S. Wu, “Perturbation theory without gauge fixing”, *Sci. Sinica.* 24, 483 (1981).
- [17] “La chiave, la luce e l’ubriaco. Come si muove una ricerca scientifica” (Di Renzo Editore, Roma, 2006).
- [18] <https://chimera.roma1.infn.it/GIORGIO/indexhome.htm>

FIGURA 1. GIORGIO Parisi dando una clase.

