

## Luigi Luca Cavalli-Sforza: simbiosis de ciencia y humanidades

El eminente genetista italiano sentó un antes y un después en la aplicación de modelos cuantitativos para estudiar la evolución, la historia y la cultura humanas

JOAQUIM FORT

El pasado 31 de agosto fallecía a los 96 años de edad Luigi Luca Cavalli-Sforza, científico italiano de gran prestigio cuyo trabajo ejerció una enorme influencia en la genética de poblaciones. Su legado, sin embargo, va mucho más allá. También será recordado por sus contribuciones a la antropología, la arqueología y la lingüística, así como por sus impresionantes aportaciones a la descripción matemática de los procesos históricos y culturales. En la combinación de ciencias naturales y humanidades, sería difícil encontrar a otro investigador que haya destacado tanto como Cavalli-Sforza.

Durante sus años de estudiante de medicina en Pavía (1939-1944), Cavalli-Sforza comenzó a investigar en genética de bacterias. A este ámbito dedicó su estancia posdoctoral en la Universidad de Cambridge (1949-1950), en el grupo del eminente genetista y estadístico Ronald A. Fisher. De vuelta a Italia siguió trabajando en genética de bacterias con Joshua Lederberg, quien más tarde recibiría el premio Nobel de medicina por sus trabajos sobre recombinación genética. Y en 1952 comenzó a investigar sobre genética de poblaciones humanas, tema al que se dedicaría en exclusividad desde 1960.

Para sus primeros estudios en dicho campo, Cavalli-Sforza tomó muestras de sangre de poblaciones humanas procedentes del valle y las montañas de Parma. Con ello pretendía analizar la deriva genética; es decir, las fluctuaciones aleatorias de las frecuencias genéticas entre una generación y la siguiente. Lógicamente, tales fluctuaciones deberían ser más importantes en poblaciones pequeñas, como los pueblos de las montañas, que en las de gran tamaño, como las ciudades de zonas planas. A partir de datos demográficos —obtenidos de libros parroquiales— y simulaciones por ordenador, Cavalli-Sforza y sus colaboradores consiguieron explicar las variaciones genéticas entre pueblos en función de la densidad de población o la altitud.

Aquellos trabajos demostraron que, al contrario de lo que se creía hasta entonces, la evolución humana no dependía solo de la selección natural: dependía también de la deriva genética, la cual revestía gran importancia. Orgulloso de la concordancia entre sus simulaciones y los datos, Cavalli-Sforza dedicaría su atención al fenómeno durante cincuenta años. De ello dio cuenta en 2004 con la publicación de la obra *Consanguinity, inbreeding, and genetic drift in Italy*, escrita junto con sus colaboradores Antonio Moroni y Gianna Zei. Los autores estimaron también la deriva empleando datos de apellidos en lugar de genes, y constataron que ambos procedimientos daban resultados coherentes.

### Genes y poblaciones

A partir de 1960 Cavalli-Sforza se convertiría en un pionero de la aplicación de métodos estadísticos a datos de frecuencias genéticas para inferir árboles evolutivos de poblaciones humanas. Su idea fue que la importancia de la deriva genética implicaba que un árbol filogenético podría reconstruir correctamente la historia de la separación entre poblaciones, algo que no ocurriría si solo interviniese la selección natural. Y, en efecto, en el primer árbol aparecían juntas de manera automática las poblaciones del mismo continente. Cavalli-Sforza y sus colaboradores obtuvieron en 1988 una correspondencia espectacular entre los árboles filogenético y lingüístico de la humanidad. Dicha asociación aparece porque, en la evolución humana, las poblaciones se fragmentan con frecuencia, y cada fragmento tiende a desarrollar su propia lengua y composición genética.

Pero, además de aplicar con éxito sus destrezas matemáticas, Cavalli-Sforza siempre otorgó gran importancia a la obtención de datos empíricos. Entre 1966 y 1985 organizó diez expediciones a África para recopilar datos de poblaciones de

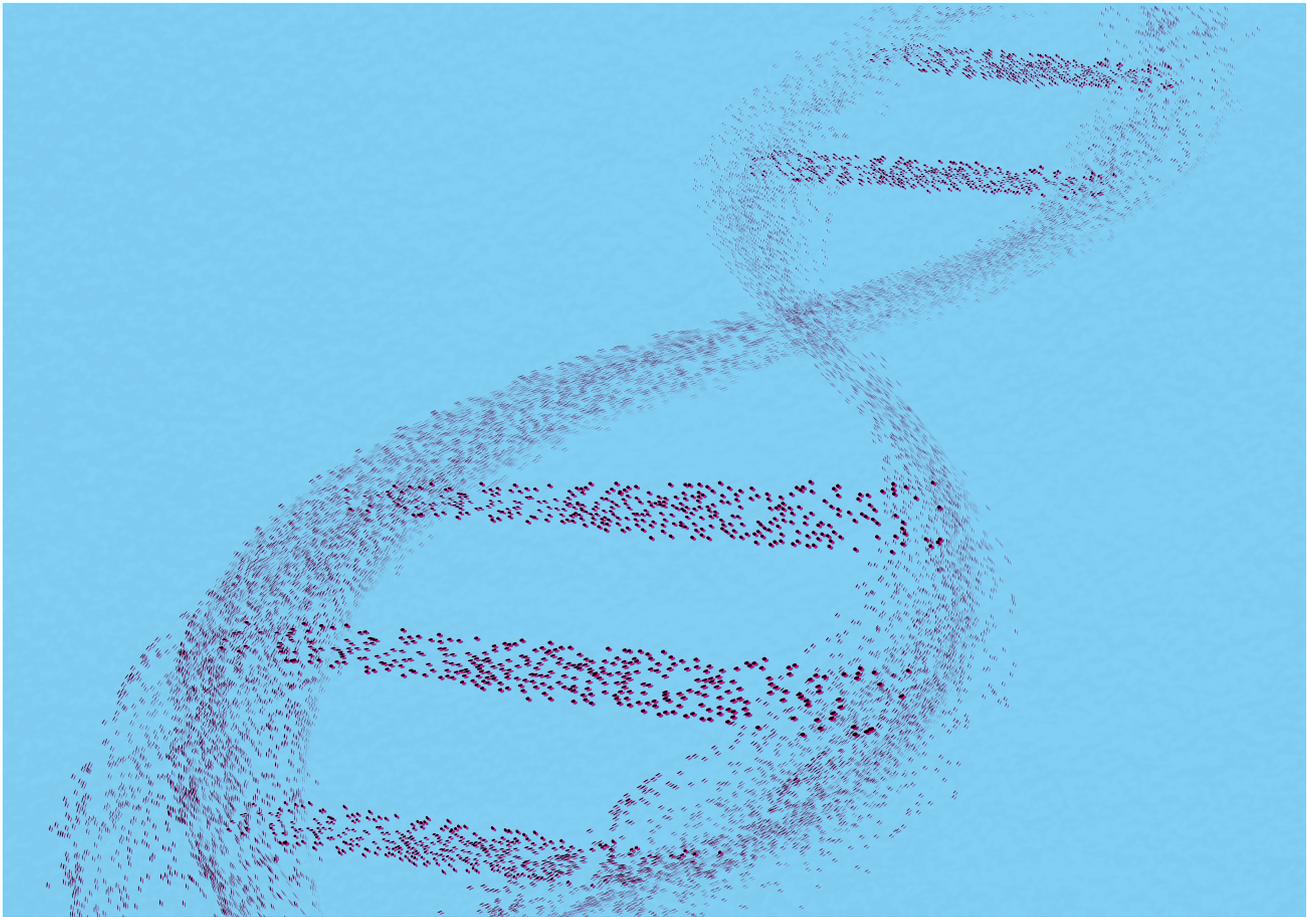
pigmeos cazadores-recolectores. Aquellos viajes proporcionaron datos genéticos y antropológicos de enorme utilidad. De ellos, los relativos a las distancias intergeneracionales entre pigmeos fueron aplicados en 2004 a un modelo matemático para estimar la velocidad de las invasiones de poblaciones paleolíticas (es decir, cazadoras-recolectoras).

En 1971 Cavalli-Sforza dejó nuevamente Italia para aceptar una cátedra de genética en Stanford, donde permanecería hasta 2008. El ambiente ideal que encontró allí, rodeado de lingüistas, matemáticos y otros expertos en áreas de su interés, le llevó a rechazar la oferta de una cátedra de antropología en Harvard.

A partir de 1971 Cavalli-Sforza analizó la transición del Mesolítico (Paleolítico final) al Neolítico en Europa. Junto con el arqueólogo Albert Ammerman dedujo de los datos arqueológicos que, hace unos 9000 años, la agricultura y la ganadería comenzaron a propagarse por Europa desde su origen en Oriente Próximo a la velocidad aproximada de un kilómetro al año. Para explicarlo, Cavalli-Sforza aplicó las ideas que había encontrado en un artículo de Fisher durante su estancia en Cambridge. Así nació el modelo de «ola de avance» de la transición neolítica en Europa. Hoy, tanto este modelo como otros basados en él se aplican para entender la velocidad de las transiciones neolíticas y otros fenómenos expansivos en diversos continentes. Su introducción supuso una aportación impresionante, pues proporcionaba una descripción matemática de fenómenos clave acontecidos en la prehistoria de la humanidad.

### Evolución cultural

Cavalli-Sforza fue también un pionero en el uso de modelos matemáticos para estudiar la evolución cultural. Sobre ello publicó en 1981, junto con Marcus Feldman, *Cultural transmission and evolution: A quantitative approach*, obra que



se convertiría en una referencia sobre el tema y que hoy en día cuenta con miles de citas. En años recientes, ese tipo de modelos se han combinado con el de la ola de avance para describir de manera unificada la difusión de cultura y de poblaciones.

En 1971 Cavalli-Sforza predijo que, si una ola de poblaciones agrícolas propagó el Neolítico desde el Oriente Próximo a través de Europa, y si a estas poblaciones se incorporaron cazadores-recolectores autóctonos (con genes distintos de los de los agricultores), ello tendría que haber provocado diferencias graduales en la genética de las poblaciones humanas a medida que aumentaba la distancia a Oriente Próximo. Dichas diferencias son las llamadas «clinas», o gradientes genéticos, las cuales fueron detectadas por Cavalli-Sforza, Paolo Menozzi y Alberto Piazza a partir de las frecuencias genéticas de las poblaciones europeas actuales. La hipótesis, publicada en *Science* en 1978, fue puesta a prueba décadas después, cuando se hizo posible analizar los genes de individuos que vivieron hace miles de años. Ello confirmó las tesis de Cavalli-

Sforza, en el sentido de que la difusión del Neolítico fue básicamente debida a la expansión de las poblaciones agrícolas y no a la transmisión cultural (es decir, a la conversión de cazadores-recolectores en agricultores).

En 1994, nuevamente junto con Menozzi y Piazza, publicó una obra monumental titulada *The history and geography of human genes*, hoy convertida en la referencia estándar sobre variación genética. El libro incluye una multitud de datos genéticos, arqueológicos, lingüísticos e históricos, lo que da fe de la inmensa erudición de Cavalli-Sforza.

En 2005 Cavalli-Sforza y sus colaboradores demostraron que, en las poblaciones humanas actuales, la disminución de la diversidad genética a medida que aumenta la distancia a África puede explicarse como otro efecto de la deriva; en este caso, de las primeras poblaciones de humanos modernos que salieron de África. En su último artículo, publicado en 2012, sugirió que la disminución de la diversidad fonémica en los idiomas actuales a medida que aumenta la distancia a África podría deberse al mismo proceso.

Esta y muchas otras ideas seguirán siendo investigadas durante décadas, en la estela de la inmensa obra de este genial investigador.

**Joaquim Fort** es catedrático de física en la Universidad de Gerona, premio ICREA Academia en humanidades y antiguo colaborador de Luigi Luca Cavalli-Sforza.

#### PARA SABER MÁS

**Genetic drift in an Italian population.** Luigi Luca Cavalli-Sforza en *Scientific American*, agosto de 1969.

**La evolución de la cultura.** Luigi Luca Cavalli-Sforza. Anagrama, 2017.

**¿Quiénes somos? Historia de la diversidad humana.** Luigi Luca y Francesco Cavalli-Sforza. Crítica, 2015.

**Genes, pueblos y lenguas.** Luigi Luca Cavalli-Sforza. Crítica, 2017.

#### EN NUESTRO ARCHIVO

**Genes, pueblos y lenguas.** Luigi Luca Cavalli-Sforza en *lyC*, enero de 1992.

**Modelos matemáticos de la transición neolítica.** Joaquim Fort en *lyC*, julio de 2015.