

UN IMPULSOR DE LA REVOLUCIÓN GENÉTICA

La revolución de la biología y las ciencias de la vida en la segunda mitad del siglo XX arranca del descubrimiento en 1953, por Francis Crick y James Watson, de la estructura del ADN, la molécula de la vida, la clave de la herencia

genética que contiene las instrucciones necesarias para la existencia de cualquier ser vivo. A los 88 años ha muerto Crick, un genio, un biólogo teórico que durante toda su vida asombró a sus colegas por su capacidad de enfrentarse a

las cuestiones más fundamentales de la ciencia, desde la clave de la vida hasta los misterios del cerebro. "Siempre recordaré a Francis por su inteligencia extraordinariamente perspicaz", comentó ayer su colega Watson.

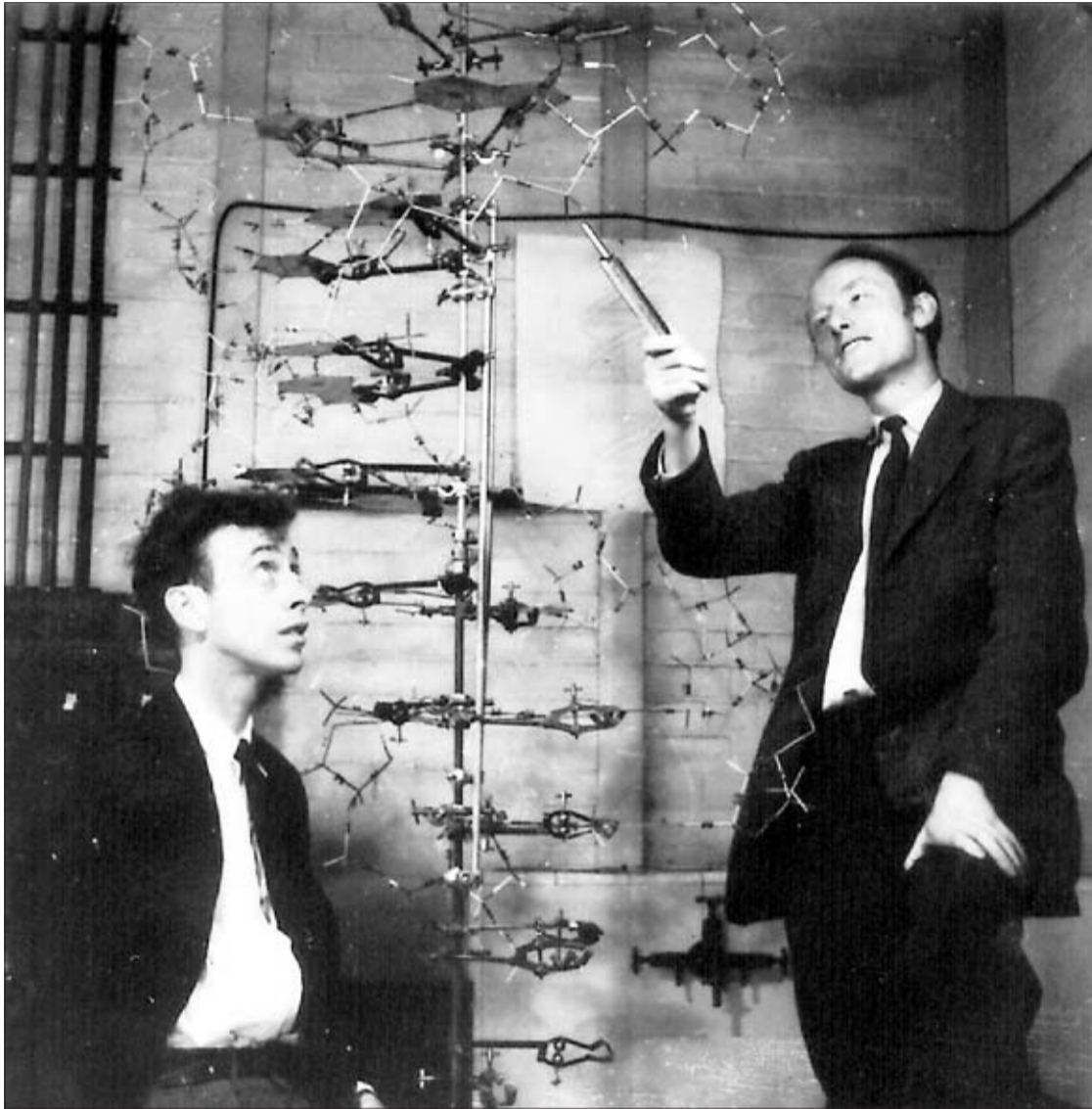
Muere Francis Crick, genio del ADN

El científico que descifró con James Watson las claves de la biología molecular fallece a los 88 años en San Diego

ALICIA RIVERA, **Madrid**
Francis Crick (Northampton, Reino Unido, 1916) murió el pasado miércoles en el Thornton Hospital de San Diego (EE UU), tras una larga lucha contra un cáncer de colon, según anunció ayer su familia. Inmediatamente la comunidad científica internacional se hizo eco de la pérdida. "Crick hizo una descomunal aportación a la ciencia, y sus descubrimientos nos permitieron entrar en la edad de oro de la biología molecular", dijo Lord May, presidente de la Royal Society británica.

El descubrimiento de Crick y Watson de la estructura del ADN, hace medio siglo, ha sido el más importante en biología en el siglo XX y es la base de la revolución biotecnológica y biomédica actual, coincidieron ayer investigadores de todo el mundo. "Crick será recordado como uno de los más brillantes e influyentes científicos de todos los tiempos", dijo Richard A. Murphy, presidente del Instituto Salk (San Diego), donde Crick trabajaba desde 1976. "Para aquellos que le conocían mejor, era la curiosidad insaciable acerca de la vida y la creatividad de su mente lo que le destacaba de los demás", señaló un comunicado de dicho instituto.

Crick estudió físicas y trabajó durante la Segunda Guerra Mundial en detectores de minas, pero en 1947 se pasó a la biología. Su gran ocasión surgió de la muy fructífera asociación, a principios de los años cincuenta, con el biólogo estadounidense James Watson, en los laboratorios Cavendish (Cambridge, Reino Unido). De aquella colaboración genial surgió el gran hallazgo: en 1953 anunciaron que habían descubierto la estructura del ADN. Crick tenía 36 años, Watson, 24. En 1962 recibieron el Premio Nobel de Medicina (junto



Francis Crick (derecha) y James Watson, al presentar la estructura del ADN en Cambridge en 1953.

a Maurice Wilkins). "Compartir con él durante dos años un pequeño despacho en Cambridge fue un auténtico privilegio", declaró ayer Watson a Reuters. "Yo siempre intentaba estar con él y hablar con él, hasta el momento de su muerte.

Será tristemente echado de menos".

Con su infinita curiosidad por conocer, por meterse con su perspicacia en los mayores retos de la ciencia, Crick no se detuvo en la estructura del ADN y el código

genético. El cerebro, las neurociencias, la búsqueda de la conexión entre mente y cerebro, ocuparon gran parte de su vida como investigador. "Todavía sé poco de cualquier cosa, así que puedo dirigirme hacia donde quiera. Y suelo

usar lo que llamo el test del cotilleo para decidir qué quiero hacer", dijo Crick en una conferencia en 1997. "El test del cotilleo es sencillamente que aquello acerca de lo que cotilleas más es lo que realmente te interesa". Y lo que acaparaba sus cotilleos, dijo, era "lo que hoy se llamaría la biología molecular, o lo que yo llamo la frontera entre la vida y la no vida, y el funcionamiento del cerebro".

Para Ginés Morata, investigador del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CBM/UAM), "el descubrimiento de Crick y Watson supuso un cambio total en el enfoque de la biología", y destacó del científico fallecido "su mente penetrante como posiblemente no ha existido otra, o muy pocas". Ese descubrimiento,

"Sé poco de cualquier cosa, así que puedo dirigirme hacia donde quiera", dijo en 1997

señaló, "abrió la comprensión de la base molecular de la información genética, lo que supuso un cambio radical en el enfoque de la biología experimental".

Jesús Ávila, del Centro de Biología BM, recordó una anécdota de Crick: "En 1972, cuando yo estaba en los institutos nacionales de salud de EE UU, vino Crick a dar una conferencia y nos preguntó de qué queríamos que hablase, si de neurología, de biología o de la vida en Marte. Y comprobamos que era cierto, que tenía una cultura enorme, tal vez incluso era algo prepotente. Era un hombre abierto, extravertido, y presumía, pero podía presumir. Tenía una enorme visión de futuro. Era genial".

Después de la doble hélice

JAVIER SAMPEDRO, **Madrid**

El descubrimiento de la doble hélice del ADN, en 1953, ha eclipsado el resto de la carrera científica de sus dos autores, Watson y Crick, pero no es la única contribución esencial del segundo a la ciencia del siglo XX. Hay que mencionar otras.

La primera, por extraño que suene, es haber apreciado de inmediato la importancia de su propio descubrimiento. "A la mayoría de la gente ni siquiera le pareció interesante", recordaba Crick décadas después. Muchos científicos de la época ni creían que el ADN fuera el material genético, y el hecho de que formara una doble hélice no hizo mucho por agitar sus conciencias. Incluso Watson sufría ataques de pánico al considerar la posibilidad de que la doble hélice fuera errónea.

Crick nunca tuvo esas dudas. En cuanto vio la doble hélice por primera vez, el 28 de febrero de 1953, su primera reacción fue salir corriendo al *pub* The Eagle, el más cercano al laboratorio, y anunciar a la clientela: "Hemos

descubierto el secreto de la vida". Estuvo varios meses en ese estado de excitación extrema, y su enorme entusiasmo intelectual fue durante casi veinte años la guía para los científicos que fundaron una nueva ciencia, la biología molecular.

La segunda gran contribución de Crick fue deducir la naturaleza del código genético. La doble hélice son dos larguísimas hileras de *letras* químicas (las bases A, T, G y C). Cuando en una hilera hay una A, en la de enfrente siempre hay una T, y la G se aparea siempre con la C. Éste es el "secreto de la vida", porque si se separan las dos hileras, cada una puede reconstruir a la otra. Donde antes había un objeto, ahora hay dos objetos idénticos. Así se reproducen los genes, las bacterias y los humanos.

Pero los genes no sólo se dedican a sacar copias de sí mismos. Además deben contener infor-

mación. Crick se dio cuenta de inmediato de que, si todos los genes son dobles hélices, lo único que es distinto entre dos genes distintos es el orden de las letras en cada hilera. Y, por tanto, la información genética debe estar contenida en ese orden, al igual que la información literaria está contenida en el orden de las letras en un texto. Éste es el enigma del código genético, un problema que parece más apropiado para un criptólogo que para un biólogo.

En los años cincuenta se conocían sustancias, como la acridina, que parecían incorporar una letra extra en cualquier posición del ADN. En el único experimento que hizo con sus propias manos en toda su vida, Crick demostró lo siguiente. Si se inserta una letra extra en un gen, el gen deja de funcionar. Si se inserta una segunda, sigue sin funcionar. Pero si se inserta una

tercera, el gen recupera a menudo su función original. Crick dedujo de ello que los genes se escriben con palabras de tres letras, que no hay comas, que hay muy pocas palabras que no signifiquen nada y que, por tanto, el código genético está plagado de sinónimos. Son deducciones abstractas, pero exactas.

¿Qué significan exactamente esas palabras de ADN? Los seres vivos funcionamos gracias a unas cuantas decenas de miles de *nanomáquinas* distintas llamadas proteínas. Cada proteína es una hilera de varios cientos de aminoácidos, y Watson y Crick percibieron enseguida que la función de los genes debía ser determinar el orden de esos aminoácidos en la hilera. De hecho fueron ellos dos, de nuevo ante unas pintas en el *pub* The Eagle, quienes compilaron la primera lista de aminoácidos esencialmente correcta. Les salían 20.

¿Cómo traducir un texto de cuatro letras (A, C, G, T) en un texto de 20 aminoácidos? Nuevamente fue Crick quien dio con la clave, y esta vez sin mancharse las manos. Formuló la *hipótesis del adaptador*, que proponía la existencia de una molécula que nadie había visto: un adaptador que se pega por un extremo a una serie de tres letras del ADN (una palabra del gen) y por el otro a un aminoácido (al aminoácido significado por aquella palabra de tres letras). Crick describió con tal detalle el adaptador que los bioquímicos pudieron buscarlo y encontrarlo.

Crick no tenía el menor interés en los pedestales. Cuando dio por resuelto el problema del código genético, su interés se desplazó a la biología del desarrollo, y, después, tras mudarse de Cambridge al Instituto Salk de California, se concentró por completo en el gran asunto pendiente de la biología: la conciencia humana. Esta vez no ha podido ser. Hará falta otro Francis Crick para resolver ese enigma final.

UN IMPULSOR DE LA REVOLUCIÓN GENÉTICA

Un titán de la biología

ANTONIO GARCÍA BELLIDO

Francis Crick ha sido un titán de la biología en la segunda mitad del siglo XX. Su aportación fundamental fue, en colaboración con James Watson, el descubrimiento de la estructura replicativa del ADN. Esta estructura estaba siendo perseguida, hace 50 años, por varios grupos de investigación, entre ellos el de Linus Pauling, que con rapidez propuso un modelo, que resultó ser falso, de una triple hélice. Así, Crick y Watson se encontraron más tranquilos a la hora de proponer con calma su propio modelo, esta vez correcto, de la doble hélice.

Este modelo significa que la herencia se reduce a una estructura material y, más adelante, cuando se supo que la información para la síntesis de proteínas la posee el ADN, se abrió el camino para entender las bases genéticas del desarrollo y los cambios genéticos que han tenido lugar durante la evolución. Así pues, el descubrimiento de la naturaleza del ADN es central en biología.

Sin embargo, en mi opinión, la gran contribución de Crick a la biología estuvo en su etapa inmediatamente posterior. Consistió en proponer y verificar los mecanismos por los cuales la información de la secuencia de nucleótidos del ADN es transformada en la secuencia de aminoácidos en las proteínas. Esto es la base de la biología molecular. Al descifrado de estos procesos de transformación de información contribuyó fundamentalmente Crick por su intuición, su capacidad analítica, su capacidad de vertebrar informaciones dispersas y de corregir y de ir modulando los datos que salían en una ferviente sociedad científica en aquellos años. Esto es lo que le da el gran mérito a Francis Crick.

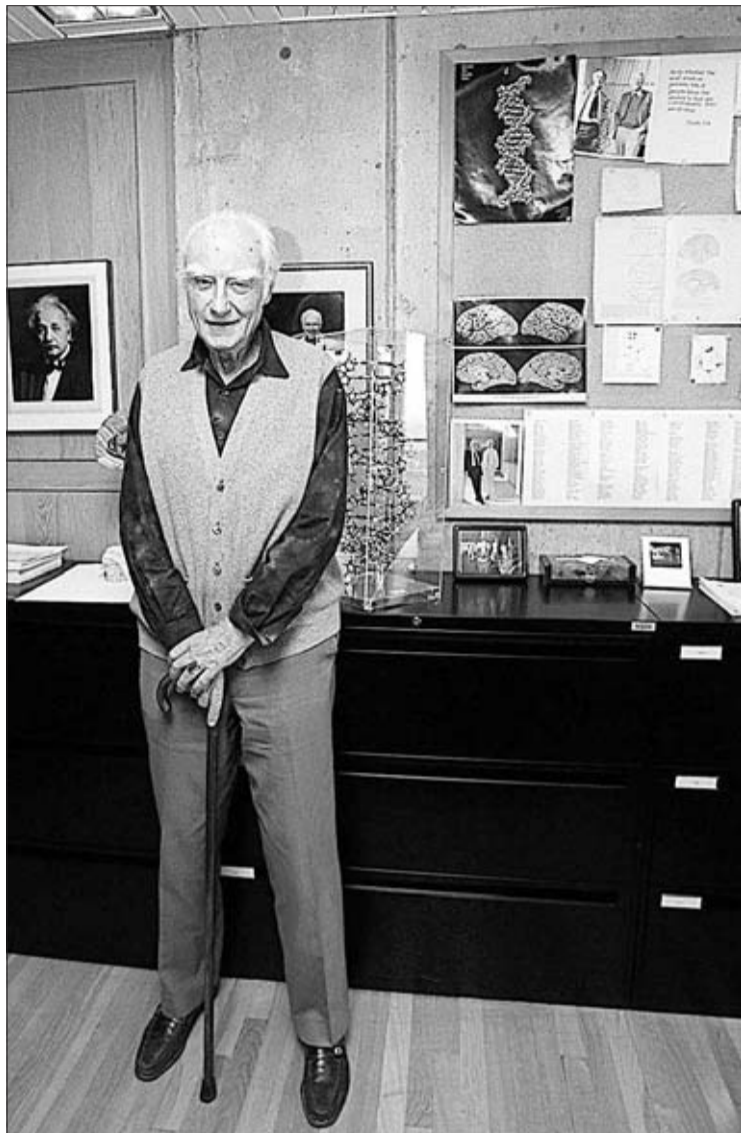
Era un gran teórico, pero un muy pobre experimentador, y me refiero a trabajar en el laboratorio, hasta el punto de que cuando se planteó la hipótesis de que cada aminoácido estaba codificado por

Su inquietud le llevó a atreverse con el último misterio de la biología: cómo funciona el cerebro

tres nucleótidos —la hipótesis que se denomina de los tripletes— quienes estaban realizando los experimentos en Cambridge le pidieron, por favor, que no trabajase él directamente con las bacterias por miedo a que rompiera las placas de cultivos.

Después del tremendo paso adelante que protagonizó con la estructura del ADN, la inquietud intelectual de Crick —era un hombre muy culto, además de muy inteligente— le llevó a atreverse con lo que él consideraba el último misterio de la biología: cómo funciona el cerebro y cuál es la base orgánica de la memoria y de la conciencia. Esto supuso un cambio de tema de trabajo para él, pero sirvió de guía para otros muchos investigadores que iniciaron lo que se puede llamar la diáspora desde el modelo de *Escherichia coli* [una bacteria] a organismos con sistemas nerviosos muy desarrollados.

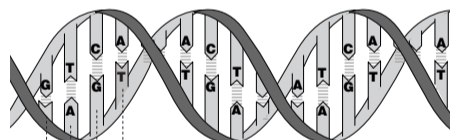
La contribución de Crick en este campo ha sido menos notoria que en el primero, fundamentalmente porque él era un hombre



Francis Crick, en su despacho del Instituto Salk de California, en 2002. / ULY MARTÍN

La molécula de ADN

La doble hélice del ADN es el sustrato del código genético. Consiste en hebras o cadenas. Cada una soporta las letras de la información genética, que son bases químicas.



Las bases son de cuatro tipos:

A Adenina **T** Timina **C** Citosina **G** Guanina

En cada cadena las bases pueden disponerse en cualquier orden y ese orden es el contenido de la información. La secuenciación consiste en determinar ese orden exacto.

Fuente: elaboración propia.

EL PAÍS

muy cauto a la hora de hacer proposiciones científicas. Quería entrar en este mundo nuevo para él (su formación era la de un químico-físico) y tan complejo que necesitaba de mucha más información experimental; un mundo donde las especulaciones de alto nivel —que otros investigadores intentaban e intentan— a él le parecían prematuras. Esto habla de su honestidad científica.

Crick dejó su Reino Unido natal para marcharse a trabajar a EEUU, donde prácticamente fue el cerebro y guía del Instituto Salk en San Diego, con tan buenos investigadores en tantas áreas de la biología. Quizá esta tercera faceta suya, la de mentor o inspirador crítico de la investigación, sea la que ha tenido más influencia en el mundo de la biología.

El era un hombre muy seguro de sí mismo —lo cual le creaba algunos rechazos—, pero muy noble, muy extrovertido y, en el fondo y en privado, muy cariñoso y emotivo. Quizá sea ésta su faceta menos conocida, pero está en el

fondo de todos los grandes hombres.

Otra de sus inquietudes teóricas era el origen de la vida. La pobreza de datos experimentales para duplicar las condiciones de la Tierra hace 4.000 millones de años le llevó a sugerir que probablemente la vida habría llegado a la Tierra procedente del universo y transportada, por ejemplo, por meteoritos. Es la teoría denominada de la panspermia, que está, como todo lo relacionado con el origen de la vida, en el ámbito de lo desconocido y, quizá, de lo indemostrable.

Conocí a Crick en 1972 y le estoy muy agradecido porque escribió un artículo muy encomiástico sobre un trabajo que habíamos realizado en Madrid sobre la estructura modular del desarrollo, artículo que posiblemente ha tenido más impacto que nuestro trabajo original que él comentó.

Antonio García Bellido es profesor de investigación del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC/UAM).

El Gobierno andaluz tendrá que indemnizar por la retirada del orujo

El tribunal superior considera que la medida fue “desproporcionada”

A. BOLAÑOS, Sevilla

El Tribunal Superior de Justicia de Andalucía (TSJA) ha desestimado el recurso de la Junta andaluza contra la sentencia que la condena a indemnizar a la firma Torres Ribelles con 32.428 euros por la confiscación de aceite de orujo en julio de 2001. De este modo, el TSJA confirma el primer fallo a favor del sector, que consideró “desproporcionada” la orden con la que Celia Villalobos (PP), entonces ministra de Sanidad, declaró una alerta alimentaria por la presencia de sustancias tóxicas en el aceite.

Un juzgado de Sevilla consideró, en mayo de 2003, que la incautación de aceite de orujo realizada por la Junta a la empresa Torres Ribelles fue “ilegal” por no haber razonado la “existencia de un riesgo inminente y extraordinario”. Según el juez, ese riesgo no se justificó ni en la actuación de la Junta ni en la alarma sanitaria que declaró en julio de 2001 el Ministerio de Sanidad.

Tras la sentencia del año pasado, la Junta dijo mostrarse de acuerdo con el fondo de la sentencia, pero anunció que recurriría al TSJA ya que “se limitó a cumplir una orden” del ministerio. Ayer, la Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebidas informó de que el tribunal ha decidido rechazar ese recurso.

El contenido de benzopireno en el aceite de orujo (una sustancia que puede ser tóxica si se ingiere de forma prolongada y en ciertas cantidades) llevó en julio de 2001 a la ministra Villalobos a declarar una alarma sanitaria. Sin embargo, entonces no había norma que fijara los límites de esta sustancia, el nivel era similar al de años anteriores y había negociaciones entre el sector y el Ministerio de Agricultura para cambiar el proceso de elaboración.

La alarma sanitaria supuso un golpe para el sector, formado por medio centenar de empresas cuyas ventas se han reducido a la mitad. Hay al menos una decena más de reclamaciones judiciales por las incautaciones.

El Foro de Mujeres critica que la ONU no impulse el debate sobre la igualdad

LAIA REVENTÓS
Barcelona

Sin la igualdad entre hombres y mujeres, otra sociedad más justa y equitativa no es posible. Éste es el punto de partida del Foro Mundial de las Mujeres, el diálogo que empezó ayer en Barcelona para analizar la situación en la que vive más de la mitad de la población mundial y que, paradójicamente, no participa en los procesos de toma de decisiones políticas, económicas y sociales que le afectan. En Estados Unidos, las mujeres representan el 50% de la población activa, pero sólo ocupan el 5% de los cargos directivos, según la diplomática Ruth Davis.

El principal objetivo de este Foro, que cuenta con 2.000 participantes femeninas (y algunos hombres) de 50 países del mundo, es proponer medidas que permitan avanzar en las tremendas desigualdades de género que todavía existen, tanto en países avanzados como en vías de desarrollo. Las propuestas serán revisadas en el próximo Fórum de las Culturas, ya que la Conferencia Mundial de Mujeres que previsiblemente debía organizar Naciones Unidas no ha sido todavía convocada oficialmente. Esta conferencia se celebra cada 10 años; la última fue en Pekín en 1995. Helle

Deng, comisionada del Consejo de los países bálticos, dijo sentirse “avergonzada” por este motivo, y algunos participantes lo vincularon a las presiones del Vaticano y de determinados países musulmanes.

La violencia de género fue uno de los temas principales del primer debate. Riane Eisler, activista, feminista y presidenta del centro de estudios para el partenariado (Center of Partnership Studies, en inglés), reclamó a todos los líderes religiosos y espirituales, sean curas, rabinos o imanes, que “de una vez por todas alcen su voz contra la violencia de género” si quieren seguir siendo autoridades morales.

Eisler también puso el énfasis en modificar las normas económicas que imperan actualmente. “¿Por qué las estadísticas que se elaboran sobre el PIB de los países valoran cuánto carbón se quema en el mundo o la tasa de fumadores pero no cuantifica el trabajo femenino no remunerado?”, dijo Eisler. “Necesitamos sistemas que tengan en cuenta el valor social y económico del papel de la mujer en el cuidado de los niños y de los débiles; una de las mayores riquezas de la humanidad”.

El valor del trabajo no remunerado de las mujeres asciende a 11 billones de dólares anuales, según el *Atlas de las mujeres*.