

ENTREVISTA. El novelista y académico



Luis Mateo Díez reflexiona sobre algunos aspectos de su obra narrativa y sus espacios literarios.

Páginas 2, 3 y 4

Homenaje

En 1988, el poeta recientemente fallecido José Ángel Valente estuvo en la Isla donde dictó la conferencia *Lectura en Tenerife*.

Página 5



PERFIL. César Manrique, el canario que integró en sus diseños espaciales el



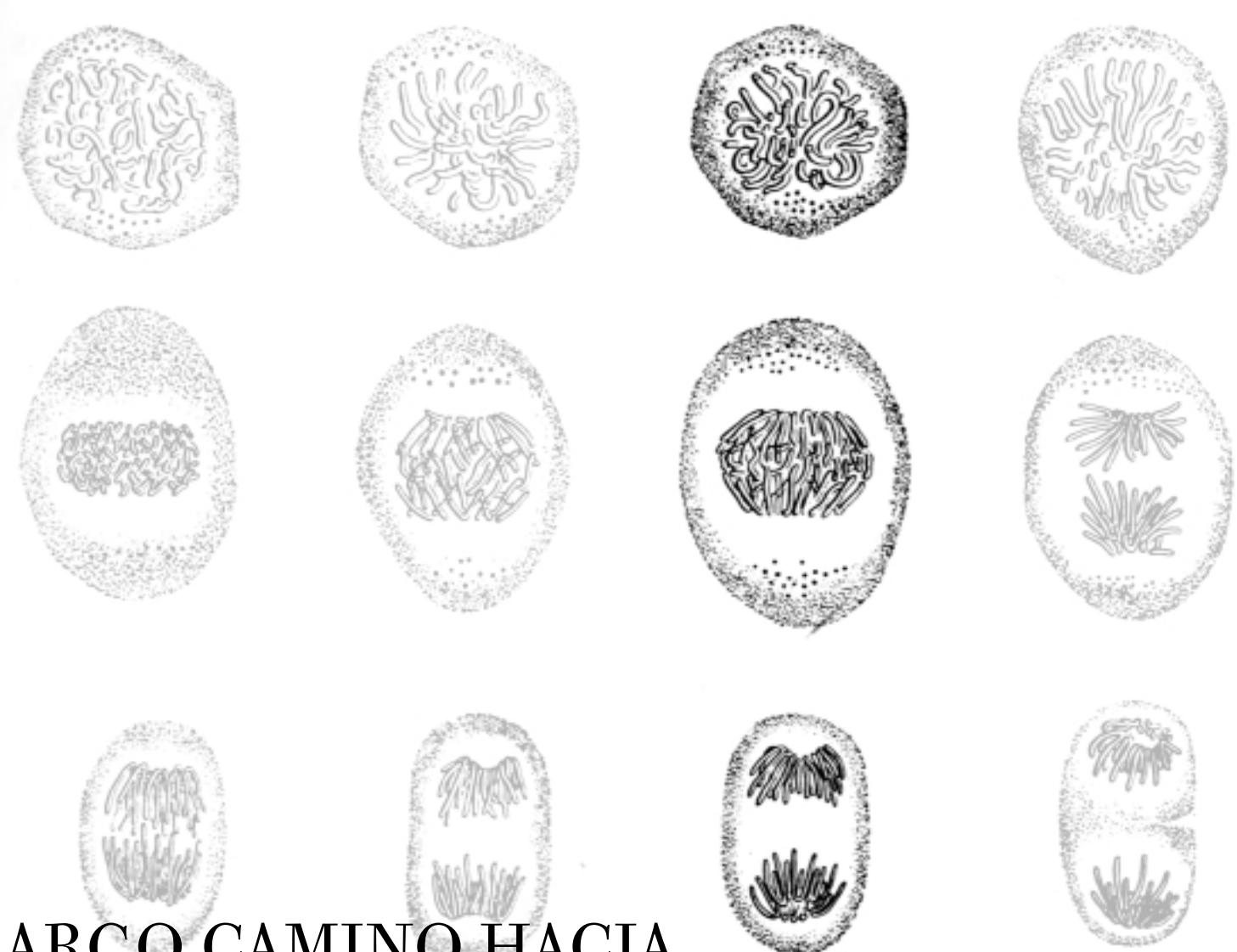
respeto por el paisaje con la variedad de lenguajes creativos.

Página 11

[2.C = REVISTA SEMANAL DE CIENCIA Y CULTURA]

LA OPINIÓN DE TENERIFE [N° 44] JUEVES 20 DE JULIO DE 2000

♦ COORDINADO POR DANIEL DUQUE ♦



EL LARGO CAMINO HACIA

la estructura del **adn**

de la nucleína a la doble hélice. DESDE EL AISLAMIENTO DE LA NUCLEÍNA POR MIESCHER, EN 1869, AL ESTABLECIMIENTO DEL MODELO DE LA MOLÉCULA DE ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN), POR WATSON Y CRICK, EN 1953, TRANSCURRIERON OCHENTA Y CUATRO AÑOS MARCADOS POR LA POLÉMICA ACERCA DE LA NATURALEZA DEL MATERIAL GENÉTICO DE LA CÉLULA: ¿PROTEÍNAS O ÁCIDOS NUCLEICOS? Páginas 8, 9 y 10

bastimento, que ya desde España llevan. A estas islas, desde España, tardan comúnmente ocho días, poco más o

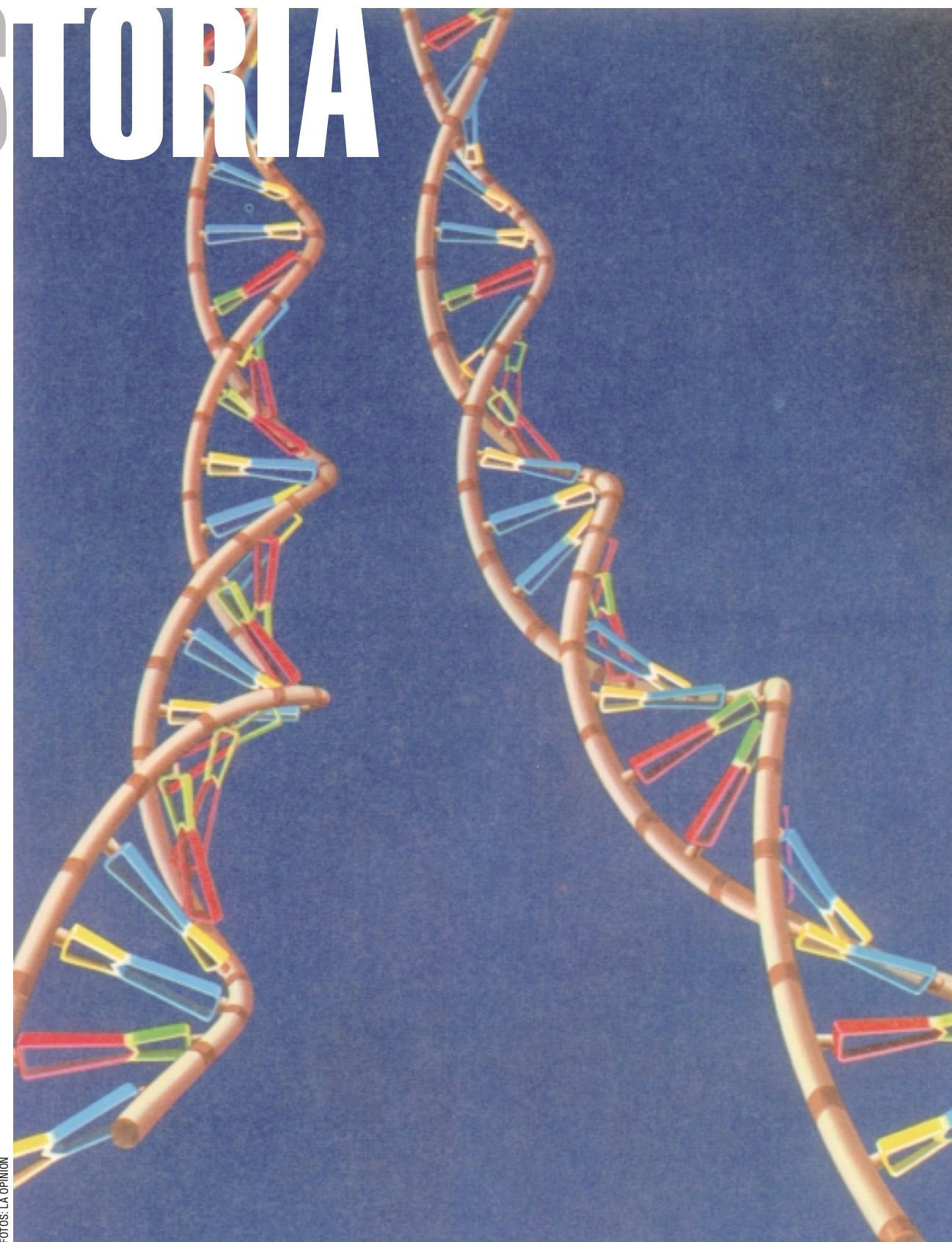
menos; y llegados allí, han andado doscientas y cincuenta leguas. De las dichas islas, tornado a proseguir el ●●●

• REPORTAJE
HISTORIA DE LA CIENCIA

ADN: UNA MOLÉCULA CON MUCHA HISTORIA

EL GRUPO DE LOS FAGOS RESULTARÍA ESENCIAL PARA EL POSTERIOR DESARROLLO DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE DOS MOLÉCULAS DE ADN, DE ACUERDO AL CÓDIGO DE COLORES DE LA FOTOGRAFÍA ANTERIOR.



FOTOS: LA OPINIÓN

EN EL OTOÑO DE 1951, JAMES WATSON Y FRANCIS CRICK, QUIENES ANTES DE DOS AÑOS DESCUBRIRÍAN LA ESTRUCTURA EN DOBLE HÉLICE DEL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN), PENSABAN QUE SE DABAN LAS CIRCUNSTANCIAS APROPIADAS PARA AFRONTAR EL GRAN RETO: LA ELUCIDACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL MATERIAL GENÉTICO DE LA CÉLULA. PERO ¿CUÁL ERA ESE MATERIAL GENÉTICO? HASTA BIEN ENTRADOS LOS AÑOS CUA-

RENDA DE ESTE SIGLO, E INCLUSO EN LOS PRIMEROS CINCUENTA, HABÍA MUCHOS CIENTÍFICOS QUE CONSIDERABAN QUE LAS PRUEBAS A FAVOR DEL ADN NO ERAN CONCLUYENTES, Y PREFERÍAN PENSAR QUE LOS GENES ESTABAN FORMADOS POR MOLÉCULAS DE NATURALEZA PROTEICA: ANDANDO EL TIEMPO SABRÍAN QUE LAS HISTONAS, LAS PROTEÍNAS CROMOSÓMICAS ESTRUCTURALES, LES HABÍAN JUGADO UNA MALA PASADA.

DR. JOSÉ MARÍA RIOL CIMAS
PROFESOR TITULAR DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR DE LA ULL

EL ADN ya había sido descubierto mucho tiempo atrás, en 1869, por el médico suizo Johann Friedrich Miescher quien, a partir de núcleos extraídos con pepsina de glóbulos blancos presentes en el pus, obtenidos de vendajes quirúrgicos en un hospital de Tübingen, había aislado una sustancia, a la que llamó nucleína, rica en fósforo y formada por una fracción ácida —el ADN— y otra fracción básica —la proteína—. A partir de aquí, y generalizada la sospecha previa de Ernst Haeckel de que el núcleo celular, y por ende la nucleína, tenía algo que ver con la herencia, surgieron dos tendencias científicas que perduraron en el tiempo: la de los partidarios de las proteínas y la de los partidarios de los ácidos nucleicos. El principio de la derrota de la primera tendencia sólo tendría lugar 75 años después, aunque algunos seguirían sin aceptarla.

Durante éste dilatado periodo de tiempo cabe citar varios hitos en el largo camino de la investigación proclive a los ácidos nu-

cleicos. El primero empieza a cobrar cuerpo cuando, en 1923, el bacteriólogo inglés Frederick Griffith realiza diversos experimentos con neumococos (*Diplococcus pneumoniae*), los microorganismos causantes de la neumonía, y confirma que presentan formas de superficie rugosa (R por *rough*) y formas lisas (S por *smooth*), siendo virulentas las formas S, e inocuas, por su escasa capacidad infectiva, las formas R.

Poseían las formas S una cápsula, una cubierta de polisacáridos, que servía para “engañar” a las defensas del organismo infectado, mientras que las formas R carecían de tal disfraz y eran rápidamente detectadas y destruidas. Ambas formas ya habían sido descritas por J. A. Arkwright dos años antes, al estudiar el bacilo de Shiga.

Al inyectar tales formas de neumococos a dos ratones se obtenía lo esperado: la muerte para el inoculado con la forma S (con cápsula), mientras que la inoculación al otro de la forma R resultaba inofensiva. Griffith fue más allá e inoculó a un ratón neumococos S muertos por calor, que resultaban tan inofensivos como las formas R vivas. Pero lo sorprendente fue que, al inyectar a un ratón una mezcla de neumococos S muertos por calor (y, por tanto, teóricamente ya “desactivados”) y neumococos inocuos R, se volvía a generar una forma virulenta que resultaba letal. Y que no era otra que la forma S... ¡pero viva!

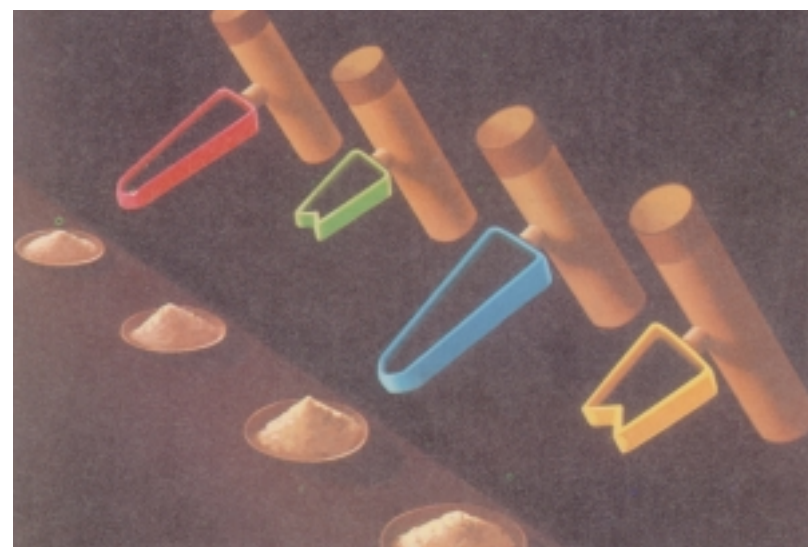
¿Cómo podía entenderse esto? ¿Acaso era necesario retroceder un siglo en el tiempo para, así, recurrir a la “generación espontánea” como socorrida, al tiempo que inútil, explicación? Desde un punto de vista racional, el único que funciona para tratar de entender la naturaleza de las cosas, parecía claro que tenía que existir algún factor transformante de las formas R, capaz de convertirlas en

formas S virulentas. Es decir, parecía imprescindible la presencia de alguna molécula portadora de la información necesaria para provocar el cambio: sólo había que encontrarla.

Los resultados de Griffith, publicados en 1928, no pasaron inadvertidos para Oswald T. Avery, del Instituto Rockefeller para la Investigación Médica de Nueva York, bajo cuya dirección se confirmaron y ampliaron los anteriores experimentos, y quien, a partir de 1935, se dedica personalmente, junto a Colin Macleod y Maclyn McCarty, a resolver el inquietante enigma del factor transformante. Empleando un proceso de concienzuda eliminación van descartando a los distintos candidatos. Mediante el uso de enzimas proteolíticas, unas moléculas capaces de atacar a las proteínas, consiguen demostrar que no son éstas las componentes del factor buscado, lo que constituyó una gran sorpresa que desarmaba a los partidarios de una tendencia científica que había durado demasiado. También consiguieron descartar a los polisacáridos y a otros compuestos, hasta que, tras nueve años de trabajo, en 1944, llegaron a obtener el factor transformante en estado puro: se trataba del ADN.

Era un descubrimiento de extraordinaria relevancia científica, pero su extremada prudencia, casi su timidez, les impidió generalizar la magnitud del descubrimiento. El trabajo, publicado en *Journal of Experimental Medicine*, no se refería en ninguna parte al concepto de herencia, es decir, no identificaba el ADN con el material genético, pese a que Avery era plenamente consciente de tal implicación. Por su tibio enfoque, ya anticipado en el aséptico título, y por el tipo de revista elegido para su publicación, era un artículo carente de gloria y destinado a un

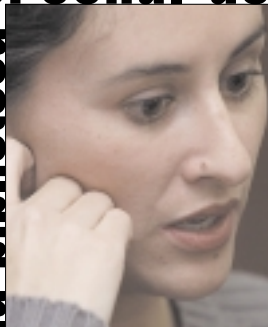
(Pasa a la página 10)



REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS “PELDAÑOS DE LA ESCALERA DE CARACOL” DEL ADN. DE IZQUIERDA A DERECHA IDEALIZACIÓN DE ADENINA, TIMINA, GUANINA Y CITOSINA, LAS CUATRO BASES NITROGENADAS.

personal de DULCE XERACH PÉREZ

la biblioteca



QUE OTROS SE PRECIEN DE LOS LIBROS QUE HAN ESCRITO, YO ME PRECIO DE LOS QUE ME HA SIDO DADO LEER.

(Jorge Luis Borges)

Consejera de Cultura del Cabildo de Tenerife.

- ❖ *Poesías Completas*, de Antonio Machado. Con este libro me inicié a la poesía, por poemas como *Un Olmo Viejo*.
- ❖ *Cien años de Soledad*, de Gabriel García Márquez: Iniciación al realismo mágico, descubrimiento de la capacidad de las palabras y la invención.
- ❖ *La conciencia de Zeno*, de Italo Svevo. Por descubrirme Trieste y después por la actitud

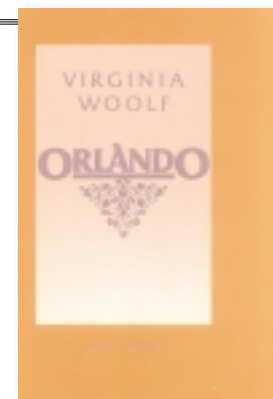
- del escritor por como muestra su desesperanza.
- ❖ *Poemas*, de Emily Dickinson. Una poetisa que como casi todas las mujeres prácticamente no publicó en vida y por sus reflexiones sobre la vida, y la muerte.
- ❖ *Orlando*, de Virginia Woolf. Por su visión de la mujer como sujeto del cambio histórico y su defensa de la igualdad de oportunidades para su sexo.

- ❖ *Sobre la libertad*, de John Stuart Mill. Por su defensa de la tolerancia y el respeto a las minorías disidentes, por reivindicar la espontaneidad humana y por discutir los principios establecidos.
- ❖ *Mansfield Park*,



de Jane Austen. Todos sus libros enseñan la visión de la mujer, su observación de la vida doméstica y de la falta de igualdad.

❖ *Tratado de la tolerancia*, de Voltaire. Por su crítica imparable contra todo lo establecido, por su sentido del humor y su actualidad. Por su pasión humana y



su lucha contra el fanatismo.

❖ *Peregrina y extranjera*, de Marguerite Yourcenar. Por enfrentarse a la vida sin pensar en el qué dirán. Y porque todas las mujeres nos sentimos extranjeras.

❖ *Más que el mar*,

de Luis Fera. En mi época de estudiante apenas se enseñaba literatura canaria en los colegios. Voy descubriendo autores como Luis Fera.



camino, tardan los navíos veinte y cinco días, poco más o menos, hasta ver la primera tierra de las islas que están

● REPORTAJE

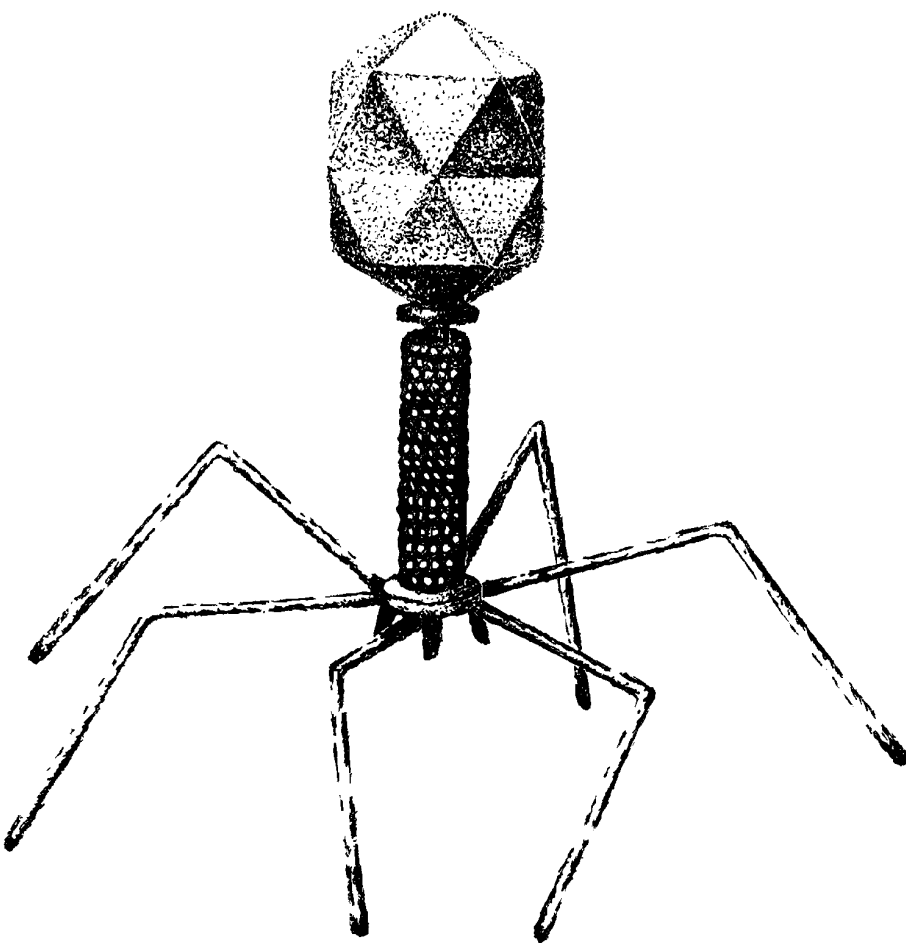
(Viene de la página 9) restringido círculo y que, mirado retrospectivamente, perfectamente pudo haber sufrido el mismo destino que los trabajos de Gregor Mendel o de Alexander Fleming: el olvido durante muchos años.

Hay que recordar que Mendel, el “oscuro monje de Moravia”, enunció sus leyes de la herencia en 1865, pasando desapercibidas durante 35 años, hasta que fueron redescubiertas en 1900, muchos años después de su muerte. Fleming corrió mejor suerte: “Solo” pasaron 11 años desde su descubrimiento casual de la penicilina, en 1928, hasta que el bioquímico Ernst Boris Chain y el patólogo Howard Walter Florey, en 1939, se interesaron por este producto que su descubridor había abandonado, al considerar que había llegado a un callejón sin salida, debido tanto a la inestabilidad de la molécula como a su falta de formación específica para resolver el problema.

Como ha dejado escrito Pierre Thuillier: “No basta con que los resultados científicos se impriman para que su significado se perciba. El ejemplo de Avery muestra lo que el simple enunciado de los resultados experimentales tiene de insuficiente. Cada vez que sea posible es preferible sugerir también las interpretaciones teóricas que parezcan probables”.

Afortunadamente los resultados de Avery llegaron a las manos adecuadas. A principios de los años cuarenta Max Delbrück (un físico teórico profesor del Instituto de Tecnología de California, centro conocido como Cal Tech) y Salvador Luria (un bacteriólogo profesor en la Universidad de Indiana) fundaron un grupo esencial para el posterior desarrollo de la Biología Molecular, el denominado “grupo de *los fagos*”, que el propio James Watson justifica así: “Durante

algunos años, había existido entre los genetistas de más relieve la sospecha de que los virus eran una forma simple de genes. En ese caso, el mejor modo de averiguar qué era un gen y cómo se multiplicaba consistía en estudiar las propiedades de los virus. Y como los virus más simples eran *los fagos*, había surgido, entre 1940 y 1950, un creciente número de científicos (el grupo fago) que estudiaba estos virus con la esperanza de que, al fin, llegarían a saber cómo los genes controlaban la herencia celular (...) Mientras Delbrück confiaba que los experimentos puramente genéticos podían resolver el problema, Luria se preguntaba a menudo si la solución real llegaría sólo después de haber sido desvelada la estructura química de un virus, es decir, un gen. En lo más íntimo, sa-



NO ES UNA “NAVE EXTRATERRESTRE”: ES EL FAGO T4, UN VIRUS ATACANTE DE LA BACTERIA ESCHERICHIA COLI. EL INTERIOR DE LA CABEZA SÓLO CONTIENE UNA MOLÉCULA DE ADN PREPARADA PARA INFECTAR A LA BACTERIA.

bía que es imposible describir el comportamiento de algo cuando no se sabe qué es. Por eso, consciente de que nunca se decidiría a aprender Química, Luria pensó que el proceder más adecuado era enviarme a mí, su primer estudiante serio, a un químico”.

Así pues, los resultados de Avery y su grupo, que terminaron por convencer a Luria de lo que ya intuía desde tiempo atrás, es decir, del papel fundamental del ADN como depositario de la información genética, le decidieron a enviar a su joven discípulo Watson a aprender Química con un químico del ADN interesado por la Genética, algo que no abundaba. El lugar elegido fue el laboratorio de Herman Kalckar en Copenhague, y allí llegó Watson en el otoño de 1950. Pero pronto comprobó que Luria se había equivocado.

Watson necesitaba ir muy deprisa, como lo había hecho todo hasta ese momento (recordemos que ingresó en la Universidad a los 15 años, terminó la carrera a los 19 y a los 22 ya era doctor en Biología), y no veía cómo podía obtener resultados inmediatos a partir de las investigaciones de Kalckar.

Pero había otro problema no menor: aunque Watson apreciaba a Kalckar, que era una persona muy agradable, lo cierto es que no le entendía ni una palabra. Así que, tras asistir en Nápoles, en Mayo de 1951, a una conferencia de Maurice Wilkins sobre los pioneros estudios de la estructura del ADN, empleando difracción de rayos X, decidió que sus días en Copenhague tocaban a su fin. Ahora estaba seguro de que ésta, y no otra, era la técnica requerida para resolver el gran enigma: la estructura química del material genético de la célula. Y, por eso, necesitaba ir a un laboratorio en el que le enseñaran urgentemente a “leer” las fotografías de difracción de rayos X del ADN. Tras descartar, por distintas razones, los de Linus Pauling en Pasadena y Maurice Wilkins en Londres, decidió que el más adecuado era el *Cavendish* de Cambridge, donde un austríaco llamado Max Perutz llevaba años tratando de desentrañar la estructura de la hemoglobina mediante rayos X.

Allí, tras ser admitido gracias a varias afortunadas casualidades, se establecería, entre septiembre de 1951 y abril de 1953, una de las “parejas –científicas!– de hecho” más famosas de este siglo, la formada por el joven biólogo norteamericano James Watson y un controvertido becario de investigación del laboratorio *Cavendish*, el físico británico Francis Crick. Esta Unión Temporal de Intereses (U.T.I.) daría lugar al descubrimiento de la estructura del ADN, considerado por muchos como el mayor acontecimiento científico del siglo XX.



SALVADOR LURIA, COFUNDADOR DEL GRUPO DE LOS FAGOS Y MAESTRO DE JAMES WATSON.

MAX DELBRÜCK, EL FÍSICO QUE CONFIABA EN LOS EXPERIMENTOS PURAMENTE GENÉTICOS.



EXPOSICIÓN

Actos en la Caja

Tres exposiciones pueden contemplarse en otras tantas sedes de CajaCanarias en nuestra Isla. En La Laguna, en la sala de la plaza de la Concepción, estará expuesta hasta el 31 de julio *Laberintos de lava*, un conjunto de 27 paneles y 32 imágenes en relieve sobre tubos volcánicos. La exposición se

completa con tres maquetas sobre las cuevas más importantes de Canarias: la del Viento (Icod, Tenerife), el tubo volcánico de mayor recorrido del mundo; la de los Verdes, en Lanzarote y la de Don Justo, en El Hierro. En Puerto de la Cruz y hasta el 31 de julio *El agua, de la fuente a la talla*, una exposición de fotografías que pretende dejar constancia de la cultura del agua: aljibes, pozos, eres,

maretas, depósitos, estanques, presas de piedra seca, albercas, foles... El comisario de la muestra ha sido Rafael Gómez León. Por último, en Icod de los Vinos y hasta el 29 de julio, podrá contemplarse la colectiva *Pintores del Norte*: José Luis Díaz Ruiz, *Dominis, Toba*, Miguel



González, Pascual González Regalado, Javier Huerta, Pastora Izquierdo, Esteban de León, Celestino Mesa, Florentina Pérez, Antonio Socas y Juan Antonio Suárez.