



MANFRED EIGEN (1927-2019): UNA VISIÓN PERSONAL por MIGUEL ÁNGEL MEDINA TORRES

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y BIOQUÍMICA, UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
MEDINA@UMA.ES

En el obituario que la revista *Science* dedicó el pasado 5 de abril de 2019 a Manfred Eigen, los autores del texto fueron Israel Pecht y Thomas Jovin, quienes compartieron estancia postdoctoral a partir de 1967 en el laboratorio de Eigen en Gotinga (Baja Sajonia, Alemania). Pecht fue el primer postdoctoral israelí que realizó una estancia de investigación en Alemania después del Holocausto. Jovin venía de una anterior estancia postdoctoral en Stanford. Ambos coincidieron al mismo tiempo con Rudolf Rigler, discípulo de Eigen, en el año en que le concedieron el Nobel de Química. Pecht y Jovin, que conocieron bien y trataron durante el resto de su vida a Manfred Eigen, resaltan su humanidad, su calidez y su altura intelectual, no dudando en calificarlo de un individuo extraordinario y de incluirlo en el «panteón histórico de los grandes científicos».

Para todo ser humano conocido o célebre por el motivo que fuere, hay una historia oficial y múltiples historias personales matizadas por el ángulo desde el cual otros individuos lo conocieron. Este artículo pretende ser una remembranza del extraordinario científico que fue Manfred Eigen, aportando de forma resumida algunos datos de su 'historia oficial'; pero, ante todo, este pretende aportar mi visión personal del personaje desde que lo 'descubrí' en 1981.

La historia oficial nos cuenta que Manfred Eigen nació en Bochum, una de las ciudades de la conurbación de la cuenca minero-industrial del Ruhr en Renania del Norte-Westfalia (Alemania) el 9 de mayo de 1927. Su padre, un violonchelista profesional, le transmitió su pasión por la música, de forma que con sólo 15 años ya era un pianista de muy buen nivel al que se le abría la posibilidad de desarrollar una

carrera profesional como solista. De hecho, en una entrevista que le hicieron en 2000, el propio Manfred Eigen recordaba que a la edad de 12 años ya tocaba en conciertos ante el público. La Segunda Guerra Mundial truncó ese camino para el futuro. En 1942, como tantos otros jóvenes de su edad, fue reclutado forzosamente y destinado a las baterías antiaéreas de defensa de su ciudad. En 1944 pasó a la fuerza aérea alemana. El día de la rendición alemana, el 7 de mayo de 1945, se encontraba en el aeropuerto de Salzburgo cuando fue ocupado por tropas americanas, pasando así a la condición de prisionero de guerra. Sin embargo, en lo que daría para un guión de película de aventuras, él y otro prisionero consiguieron escapar y, tras recorrer a pie más de 1000 kilómetros en un mes, regresó a Bochum. Es en estos primeros momentos de la postguerra cuando decide abandonar definitivamente el camino de la dedicación profesional a la música y apuesta por seguir una carrera en el campo de la ciencia, retomando así su segunda pasión de infancia y adolescencia, del tiempo feliz en que hacía experimentos de química en un laboratorio casero. Para alguien que quisiera seguir unos estudios de ciencias naturales en aquellos tiempos de inmediata postguerra la Universidad de Gotinga era una elección lógica. Sin embargo, era tal la afluencia de antiguos estudiantes que querían retomar sus estudios tras la guerra que las autoridades académicas trataban de convencer a los más jóvenes para que siguieran por más tiempo en el instituto. Con la determinación que siempre le caracterizó cuando tomaba una decisión, Eigen preguntó si le admitirían en caso de superar un examen de ingreso. Y así lo hizo, siendo finalmente admitido como estudiante de geofísica, la única rama

de la física con plazas disponibles para estudiantes de nuevo ingreso. Allí tuvo la enorme fortuna de contar con profesores de primerísimo nivel científico. Fue alumno de Werner Heisenberg y Richard Becker en física general, de Hans Kopfermann y Wolfgang Pauli en física experimental y de Arnold Eucken en química física. Precisamente con Eucken empezó a trabajar de forma casi fortuita en su tesis de máster a partir de 1947. Su objetivo era determinar con la máxima precisión posible el calor específico del agua pesada o deuterada (D₂O) en un amplio rango de temperaturas. Para sus experimentos, Eucken puso en manos de Eigen 450 g de agua pesada, de un valor incalculable en aquellos tiempos de la posguerra alemana. Tras algunos desencuentros y reencuentros y ciertas vicisitudes, incluyendo una gran explosión durante una de las determinaciones experimentales, Eucken le propuso a Eigen que se olvidara del máster porque si llevaba a término sus experimentos el trabajo daba para una tesis doctoral. Y así fue cómo Manfred Eigen se examinó de su tesis doctoral y alcanzó el título de doctor... ¡con sólo 22 años, apenas 4 años después de iniciar sus estudios universitarios!

En 1953 Eigen conseguía su primer contrato como profesor de investigación asistente de Karl Friedrich Bonhoeffer, primer director del recién creado Max Planck Institut de Química Física, también en Gotinga. Y así comienza la historia de su carrera hacia el premio Nobel.

La conferencia Nobel que Manfred Eigen pronunció el 11 de diciembre de 1967 comienza con el siguiente párrafo:

«The rate of true neutralization reactions has proved to be immeasurably fast». I found this quotation in Eucken's *Lehrbuch der Chemischen Physik* while I was preparing for my doctor's examination. Although as a student of Eucken, this book was for me the «bible of physical chemistry», I was then at the age when one accepts practically nothing unquestioned, and so I started to reflect on just how fast an «immeasurably fast» reaction might be.

[Traducción: «Se ha demostrado que las velocidades de las reacciones reales de neutralización son inmensurablemente rápidas». Encontré esta cita en el *Manual de Química Física* de Eucken cuando estaba preparando mi examen de doctorado. Aunque como estudiante de Eucken este libro era para mí la «biblia de la química física», me encontraba en la edad en uno no acepta prácticamente nada sin cuestionárselo. Así que empecé a reflexionar cómo

de rápida una reacción «inmensurablemente rápida» podría ser].

La racionalidad científica de la mente de Eigen no podía aceptar que no se pudiera medir la velocidad de una reacción por rápida que ella fuese. Indagando en las perturbaciones periódicas de los equilibrios químicos y confrontando la pregunta entonces no resuelta de cómo se produce la alta absorción del sonido por el agua de mar, llegó a la conclusión de que la dispersión y la absorción del sonido por el agua del mar eran el resultado de un proceso de relajación química. Este punto de partida le llevó al convencimiento de que la velocidad de las reacciones hasta entonces identificadas como «inmensurablemente rápidas» deberían poder medirse perturbando el equilibrio químico mediante pulsos ultracortos de energía. Este elegante y conceptualmente sencillo *método de la relajación* fue el que propuso Eigen a Bonhoeffer para estudiar la velocidad de las reacciones de neutralización cuando éste lo reclutó como asistente suyo en el Max Planck Institut de Química Física. El cuerpo teórico y el aparato matemático ya estaban definidos en 1954 y entre dicho año y 1955 se realizaron los famosos experimentos y mediciones que permitieron determinar con una precisión sin precedentes la velocidad de la reacción de neutralización en el sistema amonio-agua en estado de equilibrio. En una entrevista que Hans Jörnvall le hizo a Manfred Eigen durante la reunión de Laureados Nobel en Lindau (Alemania) en el año 2000 (véase en la **figura 1** una fotografía de Eigen a los 73 años tomada durante la entrevista), Eigen rememora vívidamente el momento en que su método fue «presentado en sociedad». Fue en una reunión científica de la *Faraday Society* en 1954. Allí se habló mucho de reacciones rápidas y cómo medirlas. H. Hartidge y F. Roughton hablaron del método de flujo y el aparato de mezcla de reactivos que propusieron en 1923 para garantizar la mezcla de los mismos en el rango de los milisegundos y así hacer posible la determinación de velocidades «muy rápidas» dentro de ese rango temporal de los milisegundos. Posteriormente, Ronald Norrish y George Porter comentaron sus estudios sobre fotólisis que les permitía acceder a reacciones «extremadamente rápidas», en el rango de los microsegundos. Eigen recuerda que, cuando le tocó el turno de presentar su trabajo, se disculpó por no disponer de un conocimiento suficientemente bueno de la lengua inglesa como para denominar a las reacciones que, como la de neutralización, tienen velocidades en el rango del nanosegundo al picosegundo. Alguien le recomendó que denominase a dichas reacciones como «condenadamente rápidas». Una vez explicados su procedimiento y presentadas y publica-

das sus determinaciones experimentales, empezaron a decirle que eso valía un premio Nobel. Y así fue: en octubre de 1967 se hacía pública la concesión del premio Nobel de Química repartido entre Manfred Eigen (que se llevó la mitad de su dotación económica) y Norrish y Porter (que compartieron a partes iguales la otra mitad). Véanse en la **figura 2** las fotografías de los premiados publicadas por la Fundación Nobel. La motivación del jurado fue que la concesión se hacía «for their studies of extremely fast chemical reactions, effected by disturbing the equilibrium by means of very short pulses of energy». [Traducción: por sus estudios de reacciones químicas extremadamente rápidas efectuadas alterando el equilibrio mediante la aplicación de pulsos de energía muy cortos]. En la entrevista arriba mencionada, Eigen recuerda que muy pronto las aplicaciones de su método se multiplicaron en diversos ámbitos. Primero fueron químicos inorgánicos los que solicitaron su colaboración para estudiar las velocidades de las reacciones de formación de complejos; les siguieron los químicos orgánicos que demandaban medir las velocidades de reacción en catálisis ácido-base de todo tipo de reacciones orgánicas. Finalmente, surgió la oportunidad de colaborar con bioquímicos para hacer los primeros estudios sobre enzimas alostéricas para medir el control de las mismas.

Estos primeros contactos con los bioquímicos abrieron a la inquieta mente de Eigen un nuevo y vastísimo campo que explorar: el de la compleja red de interacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos. Su acercamiento al área de conocimiento de la bioquímica (que incluye la biofísica) tuvo dos consecuencias a corto plazo de enorme trascendencia en su carrera profesional y para las ciencias biológicas. Por una parte, su convencimiento de que la comprensión del funcionamiento de los organismos a nivel de sus interacciones químico-físicas demandaba un necesario *enfoque interdisciplinar* le llevó a iniciar y desarrollar una campaña de *lobby* con la que consiguió que la *Max Planck Gesellschaft* aprobase en 1971 la creación del MPI de Química Biofísica (MPIBPC), en la falda de una colina (Faßberg) en las afueras de Gotinga (véase **figura 3**). El propio Eigen supervisó la elección del sitio y la definición de los espacios arquitectónicos del centro, creado para aprovechar las sinergias de investigación en física, química y biología. También él inspiró los principios fundadores del nuevo centro, donde «no es el área de investigación lo que cuenta, sino la excelencia de los individuos». Sin embargo, renunció a dirigir «su» centro al no aceptar el cargo de Director Perpetuo que le ofrecieron y optó por simplemente dirigir su propio Departamento de Cinética Bioquímica, pues-

to que mantuvo hasta su jubilación oficial en 1995. Después de esta fecha, permaneció activo casi hasta el final de su vida, repartiendo su tiempo entre el MPIBPC y el *Scripps Research Institute* de La Jolla (California, Estados Unidos). Menos conocido es que Eigen también trató de conseguir (esta vez sin éxito) la creación de un *MPI für Musik* con el compositor Pierre Boulez como director.

La segunda consecuencia que tuvo su acercamiento a la bioquímica fue su formulación de una *teoría de la evolución molecular* que puede formularse elegantemente en precisos términos matemáticos. Su artículo «Molecular self-organization and the early stages of evolution», publicado en 1971 en *Quarterly Reviews of Biophysics* es considerado todo un clásico. Eigen desarrolló novedosos conceptos para explicar un plausible escenario de evolución prebiológica. En 1971 estableció lo que se conoce como *paradoja de Eigen*: en ausencia de enzimas polimerasas con capacidad de corregir errores, la longitud de un ácido nucleico estaría muy limitada pues en moléculas de un tamaño mayor a un umbral bajo dado las mutaciones acumuladas al azar destruirían la información genética contenida en sus secuencias tras pocos ciclos de replicación, un fenómeno conocido hoy día como *catástrofe de error*; pero ese tamaño umbral máximo (conocido como *umbral de error*) es demasiado pequeño como para codificar una enzima polimerasa con actividad correctora de errores. A fecha de hoy, la paradoja de Eigen sigue siendo un reto no resuelto por los biólogos teóricos.

Es en este punto de la teoría de evolución prebiológica de Eigen cuando comienza la pequeña historia personal de mi conocimiento del personaje, al que —como queda dicho más arriba— empecé a conocer en 1981. Junio de 1981 fue el mes de los exámenes finales en mi primer curso de la Licenciatura de Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Málaga. Entre examen y examen, como todos los meses desde enero de 1977 cumplí mi ceremonia de visita a «mi kiosco favorito» para adquirir el número mensual de *Investigación y Ciencia*, la edición en español que empezó a publicarse en octubre de 1976, de la revista norteamericana *Scientific American*, sin duda alguna la mejor revista de divulgación científica del mundo. El número de junio de 1981, a un precio de 250 pesetas, lleva en portada una ilustración de naves de guerra a remo. Su índice de contenido incluía (como era norma en la revista en aquellos tiempos) 8 artículos de divulgación sobre temas científicos diversos, como el trabajo sobre «Naves de guerra a remo en la antigüedad» al que aludía la imagen de portada, un estudio sobre la «Proteólisis intracelular» confirmado por el profesor Santiago Gri-

solía, un trabajo sobre el «Reconocimiento del habla por medio de ordenadores» o un ensayo de astronomía acerca de «Las envolturas de las novas», entre otros. Era un número repleto de artículos realmente interesantes, pero el que más llamó mi atención en un primer momento y, tras su lectura reposada, me subyugó fue el más extenso de todos los artículos (con el tiempo, pude comprobar que, de hecho, es el artículo más extenso publicado en toda la historia de *Investigación y Ciencia*): «Origen de la información genética», un artículo de veinte páginas (se extiende entre las páginas 62 y 81) firmado (en este orden) por Manfred Eigen, William Gardiner, Peter Schuster y Ruthild Winkler-Oswatitsch (hace pocos meses, leyendo el obituario publicado en *Science*, he sabido que Ruthild Winkler-Oswatitsch fue compañera de aventuras científicas de Eigen durante más de 50 años y ha sido su segunda mujer, que le ha sobrevivido). La **figura 4** reproduce la reseña sobre los autores de este artículo, tal como aparece en la página 3 del número de junio de 1981 de *Investigación y Ciencia*. Con la ayuda de las excelentes figuras que son seña de la revista y gracias a las clarísimas explicaciones de los autores, pude entender la trascendencia de lo que ahí se explicaba. Dos «recuadros fuera de texto» (también «marca de la casa») presentaban de forma sencilla los modelos de las *cuasiespecies* y de los *hiperciclos* en los que se sustenta su teoría de evolución prebiológica. Años después volvería a encontrarme con brillantes contribuciones de Manfred Eigen publicadas en *Investigación y Ciencia*: en el número de septiembre de 1993 (a un precio ya de 700 pesetas) se publicó su artículo «Cuasiespecies víricas», donde explica la evolución de virus extremadamente mutables y adaptables (tales como el virus de la gripe o el VIH) dentro del marco conceptual de su modelo de evolución prebiológica; y en el número de julio de 2001 la imagen de portada estaba dedicada a su artículo sobre «Priones y encefalopatía espongiiforme bovina». Pero fue, sin duda, la lectura de «Origen de la información genética» la que una huella más profunda y duradera dejó en mí.

En 1984, siendo todavía estudiante de Biológicas, en una de mis frecuentes visitas a las Librerías Proteo-Prometeo me encontré entre sus anaqueles el libro *Biophysics* de Mijail Volkenshtein, una versión en inglés de la edición revisada de 1981 en ruso que acababa de publicar en 1983 la editorial soviética MIR. Inmediatamente decidí comprarla, convirtiéndose en mi primer manual de biofísica. Su capítulo 17 y último está dedicado a los «Problemas de la evolución biológica» y en sus apartados 17.2 y 17.4 expone detalladamente el modelo de evolución prebiológica basado en la teoría de la auto-organización

de las moléculas (Eigen, 1971) y los hiperciclos. Por aquel entonces, yo llevaba ya dos años participando como alumno interno en el grupo de investigación del profesor Ignacio Núñez de Castro (en lo que actualmente es el Departamento de Biología Molecular y Bioquímica de la Universidad de Málaga) y durante los cursos 1983-84 y 1984-85 disfruté de una *beca-colaboración* del Ministerio de Educación que me permitió realizar los estudios que me iniciaron en la ciencia y condujeron a la presentación de mi Memoria de Licenciatura «Glutamina y glucosa como sustratos energéticos en células de tumor ascítico de Ehrlich» en octubre de 1985. En la biblioteca del departamento contábamos con una edición en alemán de la *Biophysik* de Hoppe, Lohmann, Markl y Zeigler editada por *Springer Verlag* en 1982. Me congratulé constatar que también este manual universitario dedicaba un capítulo (curiosamente, también el número 17 y último) al tema de la evolución y que su sección 17.2, escrita por Peter Schuster (discípulo de Eigen y coautor del artículo de 1981) y Karl Sigmund, y titulada «Von Makromolekül zur primitiven Zelle. Das Prinzip der früher Evolution», también incluía una descripción del modelo de Eigen.

Cuando en 1994 acepté el reto de conformar los contenidos de la asignatura «Biofísica», optativa de la Licenciatura en Biología asignada al departamento pero nunca antes ofertada, tuve claro que un bloque temático debería dedicarlo al estudio de la evolución molecular, prebiológica y biológica. Durante años, hasta que se extinguieron las antiguas licenciaturas para dar paso a los actuales grados, dicha asignatura y su sucesora, «Biofísica de membranas», se ofertaron como optativa par los estudiantes de biología y como asignaturas de libre configuración a alumnos de química y de ingeniería química. Durante esos años el puñado de alumnos que escogieron esas asignaturas fueron los únicos de toda la universidad malagueña que tuvieron la oportunidad de conocer el modelo de Eigen en el contexto de la evolución prebiológica, de la que poco o nada sabían antes de cursar la asignatura. Quedan en mi recuerdo magníficos productos colectivos de mis alumnos, como un divertidísimo (pero, al mismo tiempo, riguroso) vídeo casero titulado «Evoluciona como puedas».

La segunda etapa de la historia de mi conocimiento personal de la figura y la obra de Manfred Eigen acaeció en 2001. Ese año, Carlos Rodríguez Caso, un doctorando FPU (compartido con Francisca Sánchez Jiménez), consiguió una ayuda para estancia breve de tres meses en el laboratorio de Vinod Subramanian en el MPIBPC para realizar una serie de mediciones de dicroísmo circular con proteína histidina descarboxilasa purificada. Habían pasado

9 años desde 1992, año en que disfruté de una estancia postdoctoral en la Universidad de Heidelberg con una beca de la *Alexandre von Humboldt Stiftung* (AVHS). Las prestigiosas becas postdoctorales AVHS posibilitan estancias de investigación de hasta dos años en la República Federal de Alemania. Cuando un becario no agota todo ese tiempo en una estancia, puede posteriormente ‘reasumir’ la beca (antes de cumplir 42 años) hasta agotar el máximo de 24 meses. Yo me planteé la posibilidad de acompañar a mi becario y aprovechar 3 de los 12 meses que me restaban de mi beca AVHS. Hice una búsqueda de los grupos de investigación en Gotinga y me enteré de que en el MPIBPC estaban trabajando dos premios Nobel: Erwin Näher y el propio Manfred Eigen. Indagué algo más y supe que Eigen estaba como Emérito en el Departamento que él dirigió hasta su jubilación y que en aquel entonces dirigía una jovencísima Petra Schwille, discípula y última doctoranda dirigida personalmente por Manfred Eigen. Para terminar de convencerme, supe que el grupo en aquel momento se dedicaba a implementar mejoras y nuevas aplicaciones a una tecnología puntera con la máxima resolución posible, la de detección de moléculas individuales [véase «Técnicas de detección y análisis de biomoléculas individuales» en *Encuentros en la Biología* 78: 3-4, 2002]. La técnica en cuestión es la *espectroscopía de correlación de fluorescencia*, FCS [véase «Espectroscopía de correlación de fluorescencia» en *Encuentros en la Biología* 81: 3-4, 2002]. La FCS es un análisis de fluctuaciones de pequeños conjuntos moleculares que combina la máxima sensibilidad teóricamente posible con un alto nivel de confianza estadística. Aunque sus fundamentos teóricos habían sido introducidos en la primera mitad de los años 70 del pasado siglo, su desarrollo práctico no fue posible hasta bien entrados los años 90, gracias al esquema de detección confocal introducido por Rigler, otro discípulo de Eigen mencionado más arriba. Contacté con Petra Schwille, nos pusimos de acuerdo en un plan de trabajo y la AVHS me concedió la reasunción de mi beca, con lo que disfruté de una intensa estancia en Gotinga entre octubre y diciembre de 2001. Cuando llegué al Departamento, me encontré con que la «estrella» del momento era el primer microscopio ConfoCor del mundo, un prototipo montado por la empresa Carl Zeiss a partir del diseño salido del propio laboratorio de Schwille. La microscopía ConfoCor además de aportar todas las ventajas de la microscopía confocal convencional posibilita los análisis de fluctuaciones de la FCS con la misma resolución de análisis y detección de molécula individual, convirtiéndose así en una excepcional tecnología con capacidad para «single molecule imaging». Además, en aquellos momentos el

laboratorio trabajaba en la mejora de la instrumentación diseñada para hacer posible una espectroscopía de correlación cruzada de fluorescencia basada en dos colores, DC-FCCS, cuyas bases conceptuales habían sido propuestas por Eigen y Rigler en 1994 y cuya primera instrumentación fue diseñada y usada para realizar los primeros experimentos de DC-FCCS por Petra Schwille en 1997. Durante mi estancia en Gotinga, tuve ocasión de conocer en persona y saludar al Dr. Eigen, recién reincorporado después de una estancia veraniega en *Scripps Institute*, pude conocer de primera mano su cualificación como músico aficionado altamente competente y tuve la fortuna de asistir a su última conferencia plenaria en el extraordinario salón de actos del centro que él contribuyó decisivamente a crear. Supe también en aquel tiempo que Eigen había ayudado a fundar la compañía biotecnológica *Evotec Biosystems* (actualmente, *Evotec AG*). En el obituario que Georgina Ferry escribió en *Nature*, publicado el 7 de marzo de 2019, he conocido que Eigen contribuyó decisivamente a la creación de una segunda compañía biotecnológica, *DIREVO Biotech*, y que ésta fue comprada por *Bayer Healthcare* en 2008. En ese mismo obituario, se califica a Manfred Eigen como una persona con una gran elegancia personal, con un especial gusto por las corbatas llamativas (véase la **figura 5**, que es la foto acompañante al obituario y obsérvese la corbata que porta un elegante Eigen dando explicaciones delante de una pizarra), que siempre persiguió encontrar soluciones igualmente elegantes a preguntas centrales y relevantes de la ciencia. Doy fe de ello y añado que en los tres meses que permanecí en el MPIBPC jamás vi ni una sola muestra de ‘divismo’ por su parte; al contrario, siempre supo mantenerse elegantemente en segundo plano, sin hacer sombra a su discípula.

Mi tercer acercamiento a la figura de Eigen como uno de los auténticos gigantes de la ciencia del siglo veinte llegó con el lanzamiento de su monumental obra «From Strange Simplicity to Complex Familiarity» (Oxford University Press, 2013), un tratado en el que estuvo trabajando durante más de 15 años (la **figura 6** muestra su portada). Su subtítulo («A Treatise on Matter, Information, Life and Thought») deja constancia de la profundidad y amplitud de miras del este tratado acerca de la naturaleza física de la información y de su papel en los procesos biológicos. Esta ambiciosísima obra, producida por un lúcido octogenario, retrata a modo de gran pintura el grado actual de comprensión científica de todo el mundo físico y los principios que lo gobiernan. Con igual solvencia presenta los fundamentos físicos del mundo material, que el siempre resbaladizo concepto científico de información, que el abordaje científico de

preguntas fundamentales sobre la auto-organización molecular, el origen de la vida y la evolución con un enfoque genuinamente *transdisciplinar*. En sus más de 700 páginas, Eigen supo conjugar unos contenidos científicos del máximo nivel y rigor con gran cantidad de anécdotas de enorme interés, incluyendo sus recuerdos personales de muchos otros eminentes científicos. La lectura de este libro impresionante abría las puertas a un anunciado segundo volumen, en el que con un enfoque ‘más biológico’ se abordaría el estudio de niveles de organización más complejos: la vida, el pensamiento, la cultura y el futuro. Desconozco si, en los casi seis años que le restaron de vida

después de la publicación de este libro, a Manfred Eigen le dio tiempo de trabajar en ese anunciado segundo volumen, que —me temo— la ciencia y los científicos nos hemos perdido.

Y así hasta hoy. Cuando me enteré del fallecimiento de Eigen en febrero de 2019 decidí que tenía que escribir esta semblanza para la sección «*Vida y obra*» de *Encuentros en la Biología* y escogí escribirla desde mi particular visión personal. La búsqueda de información y materiales para la preparación de este texto que aquí acaba ha constituido la última fase de mi conocimiento personal de Manfred Eigen, de su vida y de su obra.



Figura 1: Fotografía tomada a Manfred Eigen a la edad de 73 años durante una entrevista en la reunión de Laureados Nobel de Lindau en 2000.

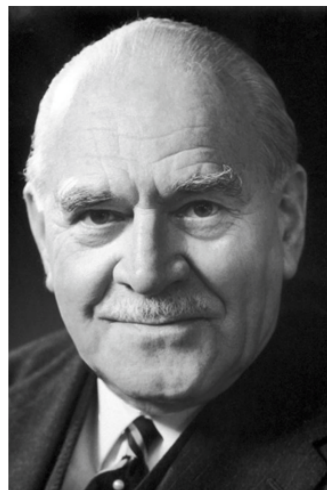


Figura 2: Fotografías de los premiados con el Nobel de Química en 1967 recogidas por la Fundación Nobel. De izquierda a derecha: Manfred Eigen, Roland George Wreyford Norrish y George Porter.

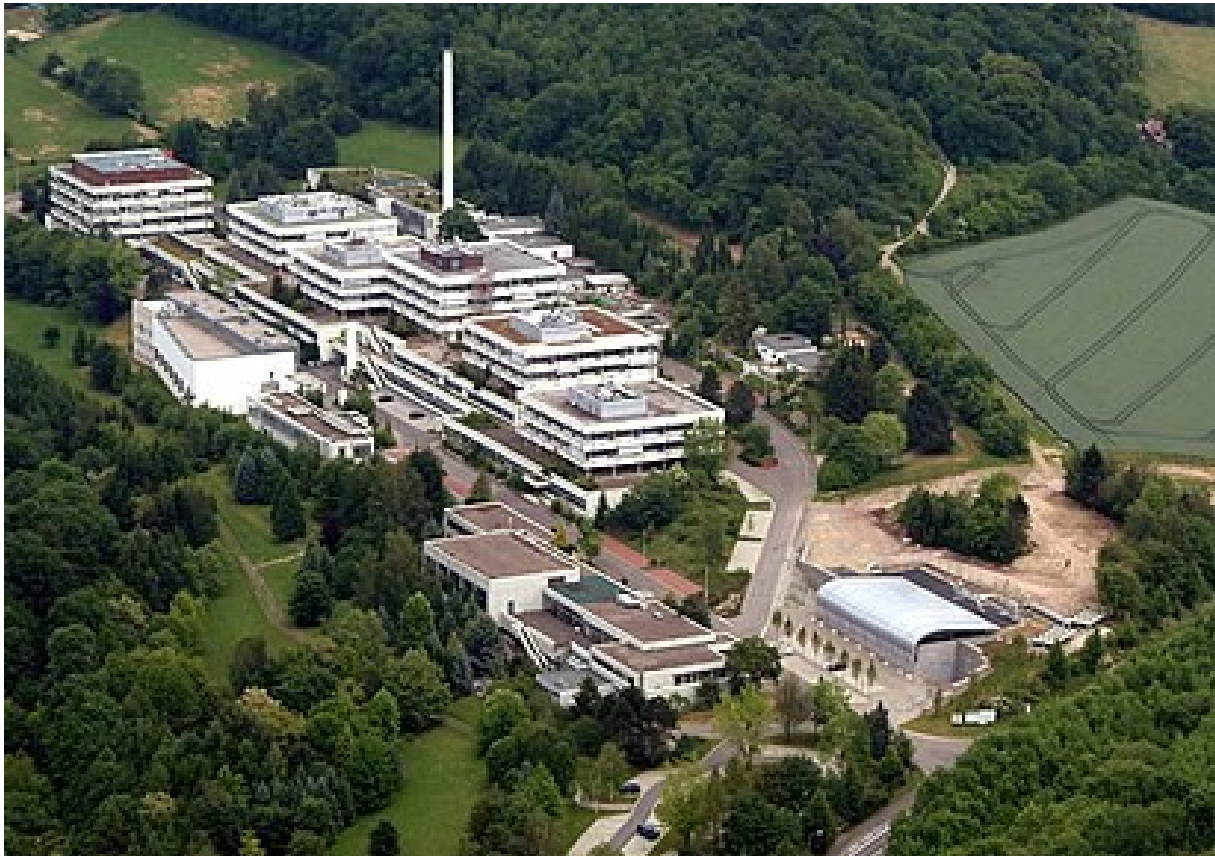


Figura 3: Vista aérea del Max Planck Institut für biophysikalisches Chemie, en la falda de la colina Faßberg, en las afueras de Gotinga.

MANFRED EIGEN, WILLIAM GARDINER, P. SCHUSTER y RUTHILD WINKLER-OSWATITSCH (“El origen de la información genética”) prepararon su artículo en el Instituto Max Planck de Química Biofísica en Göttingen, donde Eigen dirige el departamento de cinética bioquímica. Además de su trabajo teórico sobre evolución molecular, Eigen continúa su investigación experimental sobre diversos problemas de la cinética de las reacciones, empleando los métodos de relajación química que le valieron el Nobel en 1967. Gardiner, profesor de química en la Universidad de Texas en Austin, llegó al campo de la evolución molecular tras estudios experimentales

y simulación en ordenador de cinética de gases y explosiones. Schuster, doctorado por la Universidad de Viena en 1967, es profesor y director del Instituto de Química Teórica y Radioquímica de esa universidad. Combina su interés por la dinámica de las reacciones con estudios de los puentes de hidrógeno. Winkler-Oswatitsch adquirió su doctorado en la Universidad Técnica de Viena en 1969. Sus intereses como investigadora van desde la cinética de las reacciones de iones con antibióticos hasta problemas evolutivos y el análisis filogenético del ARN.

Figura 4: Reseña sobre los autores del artículo «Origen de la información genética», tal como aparece en la página 3 del número de junio de 1981 de *Investigación y Ciencia*.

