

REAL ACADEMIA DE MEDICINA DEL PAÍS VASCO

# INDETERMINISMO RADIOLÓGICO

DISCURSO

para la recepción pública del Académico Electo  
Ilmo. Sr. Prof. Dr. D. Juan Tomás Negueruela Ugarte  
leído el 30 de Junio de 1981

y CONTESTACIÓN del

Excmo. Sr. Prof. Dr. D. Juan Manuel de Gandarias y Bajón

Presidente de la  
Real Academia de Medicina del País Vasco



BILBAO, 1981

REAL ACADEMIA DE MEDICINA DEL PAÍS VASCO

# INDETERMINISMO RADIOLÓGICO

DISCURSO

para la recepción pública del Académico Electo

Ilmo. Sr. Prof. Dr. D. Juan Tomás Negueruela Ugarte  
leído el 30 de Junio de 1981

y CONTESTACIÓN del

Excmo. Sr. Prof. Dr. D. Juan Manuel de Gandarias y Bajón

Presidente de la

Real Academia de Medicina del País Vasco

BILBAO, 1981

DISCURSO PARA LA RECEPCIÓN PÚBLICA DEL  
ULTMO. SR. PROF. D. JUAN TOMÁS NEGUERUELA UGARTE

## INTRODUCCIÓN

*Constituye un grato deber para mí, agradecer a esta Docta Corporación, ser recibido como miembro de número de la misma; y en especial, quiero hacer constar mi gratitud, devoción, amistad y respeto al Profesor Doctor Don Juan Manuel de Gandarias, gracias a quien he recorrido el camino que me ha llevado a esta Real Academia de Medicina y Cirugía, en la tierra nuestra y/o de nuestros antepasados. A ellos rindo el homenaje que debo a mi estirpe y sangre limpias, honrándoles con mi quehacer de médico y profesor universitario.*

Excmo. Sr. Presidente  
Ilmos. Sres. Académicos  
Excmos. e Ilmos. Sres.  
Sras., Sres.

Aquellos de nosotros que hemos elegido el camino universitario, y para bien o para mal ya no podemos o no sabemos hacer otra cosa, sino crear y transmitir Ciencia, tenemos muchas veces que plantearnos la utilidad del método científico y ¿por qué no?, el placer intelectual que pueda producirnos este oficio.

Si en nuestra ya casi lejana juventud asistimos a los inicios, de lo que más tarde sería un cierto conocimiento científico, en las aulas de la Universidad Complutense, escuchando las lecciones magistrales de nuestros profesores, es ahora en la madurez de la vida, de un modo más sereno, con la serenidad que no da la Sabiduría, sino los años y también el incipiente silencio de las pasiones, cuando sentimos un cierto desconuelo, ante el panorama científico y médico que nos rodea.

Hemos asistido, por suerte o desgracia, a una abundancia técnica que, en pocos años, ha puesto a nuestro alcance los medios precisos y preciosos para poder aproximarnos a la materia viva y completar el conocimiento de la misma.

Así, a la intuición ha sustituido la reflexión; y el lenguaje, riquísimo en datos objetivos, permite expresar correctamente la idea de «Hombre enfermo». No obstante, esta comodidad técnica ha anulado la imaginación creadora, necesaria siempre, para poder avanzar por el camino del saber humano.

Permitanme, pues, Señores Académicos, realizar esta meditada reflexión sobre la difícil expresión de la Ciencia Médica en cuanto a la Radiación y a la Materia Viva concierne.

Quiero, por todo ello, que este discurso académico sea un acto de reflexión sobre la dificultad de vivir intelectualmente la doctrina científica, que sustenta nuestra especialidad de Electrorradiólogo.

\* \* \*

La materia está antes que la radiación; o mejor, la materia es antes que la radiación. Aquello que los ojos ven y las manos hacen, lo es todo en Medicina. Se cuenta, se mide y se pesa; fuera de esto, no hay ciencia. La visión de la naturaleza es mecanicista; Galileo y Leonardo animan a sus discípulos a visitar los astilleros y talleres, para encontrar allí la dimensión humana. La brevedad necesaria y siempre agradecida por el docto auditorio de este discurso, me impiden detenerme en la evolución del pensamiento científico de la historia de la Medicina, obligándome a contemplar exclusivamente determinados hitos científicos que habrán de ayudarme en la reflexión final.

Thales de Mileto, describió las propiedades eléctricas del ámbar amarillo al ser frotado y creó la palabra «elektron» cuyo significado es ámbar.

Du Foy establece la existencia de dos formas diferentes de electricidad, la vítrea y la resinosa. Faraday y Volta definen los principios de la moderna Electricidad y Electromagnetismo. Franklin establece el carácter positivo y negativo de la carga eléctrica.

Oersted descubre el efecto magnético de la corriente eléctrica. Galvani crea el concepto de electricidad animal, siendo Volta quien en su honor describe la electricidad en los conductores metálicos, con el nombre de electricidad galvánica. Duchenne de Boulogne, establece los principios electrofisiológicos del moderno electrodiagnóstico.

Reid, en 1848, utiliza las corrientes galvánicas, estimulando la musculatura de las extremidades inferiores de la rana. Scheminzky estudia la galvanonarcosis, observando cómo los peces, cuando la corriente eléctrica les atraviesa de cabeza a cola, caen en un estado de narcosis placentera.

Du Bois Reymond analiza los fenómenos electrotónicos, que modifican la excitabilidad y conductibilidad de las fibras nerviosas sometidas al paso de la corriente eléctrica continua.

Leduc, Erb y Frankenhäuser establecen la doctrina de la iontoforesis. Chatzky y Labatut experimentan sobre la emigración iónica a través de la materia sometida al paso de la corriente eléctrica.

Leduc produce la muerte de conejos, haciendo pasar a través de los mismos, según la polaridad elegida, estricnina y cianuro potásico.

Trabaert, Lapicque, Le Co, Bernard, Adams y Wateville, establecen los perfiles variables de aplicación eléctrica terapéutica.

Monnier y Vodovnik expresan, mediante ecuaciones matemáticas, el estado de excitación neuromuscular, en función del estímulo utilizado.

Nernst estudia la despolarización de la membrana celular; lo mismo hacen Szent-Györgyi, Sherrington y Lapicque.

A partir de los trabajos de Hoorweg y Weiss, se pueden establecer las curvas intensidad-tiempo, definiendo Remak el galvanotono. Ritter y Hill precisan la acomodación del músculo normal a la corriente excitante que sobre él actúa.

Pflüger define las leyes de la contracción y de las acciones polares. Gilyarovsky, a partir de las teorías de Rawlow, utiliza, por primera vez en 1958, el electroshock, mediante un perfil rectangular de corriente, de 0,4 mseg de duración, y de  $10^{-1}$  seg de frecuencia.

Djourno ensaya algunos métodos de anestesia eléctrica sin resultados positivos. Bourguignon estudia la cronaxia, y Einthoven consiguientemente un galvanómetro capaz de aplicaciones clínicas. Morton aplica la electricidad estática como estimulante de la musculatura lisa.

Creemos que la verdadera aplicación de la corriente eléctrica, con fines terapéuticos, se inicia con D'Arsonval y Cornu, utilizando una corriente variable de 300 m de longitud de onda; por ello, el Congreso Internacional de Fisioterapia de Berlín, de 1913, decidió que la terapéutica así realizada llevara el nombre de D'Arsonvalización en su honor.

La Diatermia, la Onda Corta y el Radar, con longitudes de onda respectivamente de: 30, 3 y 0,01 m aumentarían el depósito de calor en profundidad, mejorando la acción terapéutica de las corrientes de D'Arsonval.

El invento de la lámpara trioda por el americano Lee de Forest, permite pasar de los trenes de ondas amortiguadas a los de sosteni-

das, abriendo un amplio espectro terapéutico de las corrientes eléctricas en inflamaciones, abscesos, reumatismos, neuralgias, etc.

La electricidad estática y dinámica es una forma de energía ingeniosa, pero artificial; y conlleva, en su desarrollo terapéutico, el aparato tecnológico necesario. Los circuitos, al principio sencillos, y no por ello menos ingeniosos, que utilizó D'Arsonval y su amigo el ingeniero Cornu, dan paso a los más complicados sistemas, como el Klystron resonante, utilizado en «radarterapia».

Estos son los electrólogos, ¿y los fotólogos?

Herschel describe, por primera vez, la radiación infrarroja, en 1800. La luz se rige por los mismos principios electromagnéticos que las corrientes eléctricas, establecidos matemáticamente de una forma genial por Maxwell, basándose en un concepto de simetría formal. Corresponde esta radiación del espectro solar a aquella parte del mismo con una longitud de onda entre 15.000 nm y 760 nm.

Su fuente natural de producción es el Sol, pero puede a su vez ser producida artificialmente, actuando mediante el calor que producen, siendo su acción terapéutica muy amplia y variada.

Ritter en 1801, descubre la radiación ultravioleta, con longitudes de onda comprendidas entre los 13,6 y 390 nm. Estudiada por Finsen, fue aplicada con éxito en el tratamiento antirraquítico y antiinflamatorio, concretamente en aquellas formas finales de escrófula maligna y tuberculosis laríngea, que mutilaban y atormentaban, hasta desear un piadoso «exitus letalis» a aquellos desgraciados pobres enfermos.

Finsen es el genio que une la intuición a la observación; piensa que en el Sol hay algo benéfico, desde su ventana de enfermo observa como un gato se expone continuamente al Sol en un tejado. Sigue a la luz huyendo de la sombra, igual que aquel perro, vendado en su herida por el médico Rollier, que con los dientes arranca continuamente el vendaje, exponiendo la herida al Sol.

Huldschinky trata el raquitismo con radiaciones ultravioletas, al igual que Knudson y Bedford.

¿Por qué la humanidad ha sentido siempre una veneración especial hacia el Sol? Esculapio, dios de la Medicina, es hijo del Sol. Durante el Imperio Romano se practica la helioterapia, juntamente con la talasoterapia. Cicerón mismo alquila casetas a los patricios en la playa de Ostia; por cierto, a precios muy elevados, incluso para

aquella época, y de ello se queja Marcial. Y el heliocentrismo le vale a Galileo una condena bastante incómoda.

Rollier trata mediante exposición solar las inflamaciones óseas articulares. Y ahora que está de moda la ortopedia minimamente agresiva debemos recordar que él en sus tratamientos solares no utilizaba enyesados, exponiendo la parte enferma en reposo al Sol.

El 8 de noviembre de 1895, Roentgen descubre los rayos X, y así lo comunica a la Sociedad de Física de Würzburg, el 28 de diciembre de ese mismo año, festividad de los Santos Inocentes. Estos rayos de naturaleza, ¡cómo no!, electromagnética, presentan entre sus propiedades la de atravesar la materia e impresionar películas fotográficas; de ahí su interés y aplicación en Medicina.

Su absorción por la materia, físicamente hablando, puede precisarse perfectamente. No ocurre lo mismo, en cuanto a un organismo vivo se refiere. Sus efectos, a corto y largo plazo, son difíciles de explicar y entran dentro del cálculo de probabilidades.

Becquerel descubre la radiactividad natural, y los esposos Curie aislan el polonio y el radium.

La energía se obtiene del núcleo atómico; los elementos se transforman, haciendo realidad la quimera de la piedra filosofal. El átomo indivisible de los filósofos presocráticos no existe como tal. Todo está dicho y explicado. Dentro de un tiempo, quizá no demasiado largo, nuevas formas de energía serán utilizadas por quienes nos sucedan. Hoy creo que hemos agotado una parte del saber humano; y el uso y el conocimiento del mismo nos ha dejado infinitamente cansados.

Finsen encuentra al Sol (y como Prometeo es encadenado; no a una roca, sino a una silla de ruedas, donde muere pagando su culpa por aliviar el dolor humano). Y del Sol obtiene la energía curativa. Anteriormente, Roentgen ha estudiado esa misteriosa energía radiante, que denomina radiación-X, que le permite visualizar el esqueleto de la mano de su mujer.

El Sol cura, los rayos X traspasan la materia, permitiendo «ver» las estructuras anatómicas. La materia doliente se pone en contacto con la energía, produciéndose el conocimiento científico de la lesión y su posterior curación. Así, la materia y la energía conforman la entidad que motiva nuestra dedicación a la Medicina Física.

La electricidad ha sido aplicada en el tratamiento de algunas enfermedades, tanto en su forma estática como de corrientes variables, evolucionando rápidamente la tecnología electromagnética hasta los modernos sistemas de producción de fotones y partículas, que hacen más cómodo y eficaz el ejercicio terapéutico actual.

Y es aquí donde aparece la duda, la necesaria duda científica, ja-más resuelta en su totalidad de la respuesta de la materia viva a la energía radiante y corpuscular.

Resumiendo de un modo brutal la interacción materia-energía, diríamos: que el conocimiento previo es el de la materia viva; después el de la energía radiante; y por último, nos encontramos ante el enigma de la materia viva sometida a todas las formas de energía radiante.

La Física nos permite establecer las leyes que rigen el comportamiento de la materia y de la energía. Pero, ¿cuál es la ciencia que define el comportamiento de la materia viva frente a la energía electromagnética y corpuscular? Se produce aquí un vacío científico; y, en el fondo, nos alegramos de que así sea por el estímulo científico que supone.

¿Cómo es posible que si dominamos la tecnología de las fuentes radiantes así como la Medicina, no podamos precisar de un modo riguroso la respuesta de la materia viva a la forma de radiación que sobre ella actúa?

Sabemos que el Sol quema la piel; y también podemos precisar el grado de quemadura producida; pero cuando la energía de la radiación utilizada aumenta, entonces la quemadura es mucho más difícil de explicar y controlar.

A medida que las formas de energía utilizadas son más «artificiales» y más «depuradas» en sentido físico, la respuesta de la materia viva es más compleja, más huidiza, menos cuantificable; y por qué no decirlo, menos determinista, menos ortodoxa, matemáticamente hablando.

Nos hemos acercado al Sol y hemos descompuesto su radiación, utilizando aquella parte de la misma que nosotros podemos reproducir. ¡Qué pobre resulta esa creación mimética! De la exquisita polícromía solar, utilizamos sólo una parte; como de la radiactividad total de la Naturaleza aislamos determinados compuestos, sirviéndonos de los mismos. Del todo separamos las partes que, no combina-

das sino mezcladas, actuarán sobre la materia viva; y a pesar de ello nos sorprendemos de la «nueva respuesta».

Nos hemos quedado cortos en el registro matemático de la respuesta de la célula, sometida a diferentes tipos de radiación. Tenemos que utilizar el cálculo de probabilidades, rechazado por Poincaré como elemento espúreo en su Historia de la Ciencia, en lugar de una rigurosa precisión matemática. También nosotros, como Pro-meteo y Finsen, tenemos que soportar la burla y el castigo solares; y después de crear una tecnología artificial y artificiosa que justifica su utilización diagnóstica y terapéutica, a la hora de precisar la respuesta de la materia viva agredida, emitir algunos inconexos guarismos probabilísticos, que en modo alguno pueden satisfacernos como científicos o como médicos.

Hace unos meses fui sorprendido por la lectura de una de las infinitas publicaciones médicas, con las que nos torturan y confunden esos impenitentes grafómanos. En ella se aplicaba la serie de Fibonacci al tratamiento del cáncer mediante citostáticos; y es alarmante que ante el desconocimiento del problema oncológico se recurra a un método algebraico renacentista para justificar el ritmo y la dosis del tratamiento impuesto.

¿Qué ocurre cuando la perfección técnica es enorme, pero la imprecisión de la respuesta distorsiona el acto terapéutico?

A medida que precisamos en la dosimetría y calidad de las radiaciones utilizadas en Medicina, la respuesta celular es más bizarra. Las leyes de Bergonie y Tribondeau no profundizan lo suficiente en el fenómeno radiológico, teniendo que sustituir el concepto de «quemadura solar» por el de probabilidad de muerte celular; y todos sabemos lo que es pasar del determinismo al cálculo de probabilidades, porque es aceptar la imprecisión de unos resultados; imprecisión controlada, por supuesto.

El enfermo neoplásico es un enfermo ofrecido a una probabilidad de curación, y es aquí donde se repite la monstruosa deshumanización del pronóstico probable. El enfermo, científicamente considerado, deja de tener una identidad propia para someterse a una lotería estadística de vida o muerte. El acto médico se transforma en un juicio de probabilidades, y así pensamos: «Usted ha dejado de ser una persona determinada; y ahora configura, con los noventa y nueve restantes que padecen idéntica enfermedad, un grupo oferta-



do a la vida o a la muerte, con una probabilidad de supervivencia, a los cinco años, de un treinta por ciento. Yo no sé si usted pertenecerá a ese afortunado treinta por ciento; yo solamente sé que está usted en condiciones de formar parte de ese treinta por ciento que va a vivir; pero también puede usted formar parte del setenta por ciento que va a morir».

En nuestra actividad docente, en la Universidad del País Váscó, nos resulta a veces difícil y doloroso explicar a los estudiantes de primer año de Medicina que, en determinadas enfermedades, la curación es una cifra referida a una fracción porcentual; no acabando nunca de entender muy bien que el acto médico que, como jóvenes ilusionados que son, consideran una acción humanísima, se deforme o transforme en una cifra fría, que habla de la vida o de la muerte con una precisión determinada. No obstante, así es.

Pensamos que la experiencia y la observación han desplazado al empirismo generalista de la Medicina arcaica. La Medicina moderna es una Medicina de hechos, pero con hechos no se construye la Ciencia. El acto médico es un acto de generalización; en situaciones análogas se producen hechos análogos, pero no olvidemos que la idea es anterior al experimento, que Maxwell definió las ecuaciones del electromagnetismo veinte años antes de que fueran comprobadas experimentalmente.

El acto terapéutico no puede repetirse de una manera infinita; cada experiencia nos permitirá, si intuímos, el mayor número posible de previsiones, con el más alto grado de probabilidad posible. El número de conocimientos es la Medicina experimental; y el orden de conocimientos, la Medicina Física; la Medicina Física aumentará el orden y el rendimiento de la Medicina en general.

Nuestra especialidad es compleja, pues compleja es la Física atómica y compleja la Medicina. ¿Cómo podemos tranquilizarnos en nuestro quehacer médico, docente y asistencial, cuando observamos que las leyes naturales son tan simples? Simple es la ecuación de Planck,  $E = h \cdot \nu$ ; y simple la ecuación de Einstein,  $E = m \cdot c^2$ ; y sobre ellas descansa toda la doctrina de la radioterapia, en cuanto a la parte física se refiere. Si pensamos que la Naturaleza no pierde el tiempo en problemas analíticos complejos, ¿por qué es tan compleja la respuesta celular a las radiaciones ionizantes?

Necesitamos, señores académicos, algo, una idea, que nos permi-

ta continuar, que nos aleje del tormento intelectual que surge de la complejidad de la Medicina actual; y esa idea puede ser: que la simplicidad científica natural es falsa; o, si ustedes lo prefieren, aparentemente. La ley de la gravitación universal es sencilla; pero ¿cuál es el mecanismo sutilísimo del que se vale la naturaleza para transmitir su acción entre los astros y las estrellas? ¿Cuál es, según Poincaré, el vapor que emana de los planetas, haciendo que describan esos preciosos arabescos, tan sencillamente contemplados en la ley de Newton?

En nuestro caso aparece primero lo simple: El Sol y el eritema solar producido por su quemadura; después, lo complejo: la respuesta celular a las radiaciones ionizantes, formación de radicales libres, etc., para volver a lo simple: una cifra de supervivencia porcentual, que indica la separación numérica entre los vivos y los muertos, al cabo de cinco años; y así sucesivamente hasta llegar a la fórmula general única, imposible de obtener.

El acto médico, nuestro acto médico, está impregnado por la melancolía final de lo impreciso. Se nos va de entre las manos el espíritu sensato de lo bien definido, de lo preciso, de lo exacto. En Radiología no existen las condiciones de homogeneidad, independencia relativa de las partes alejadas, simplicidad del hecho elemental; por todo ello, las ciencias físico-matemáticas no sirven en sentido absoluto para obtener la «fórmula única general». Siguiendo a Le Roy, podríamos decir: «la Ciencia, sobre todo la Ciencia Médica, son artificiales; la inteligencia deforma todo lo que toca, siendo la ciencia una norma de acción».

Creo, señores académicos, que la única verdad es que somos ignorantes, y, sin embargo, debemos actuar.

He dicho.

DISCURSO DE CONTESTACION POR EL  
EXCMO. SR. PROF. DR. D. JUAN MANUEL DE GANDARIAS Y BAJÓN  
PRESIDENTE DE LA  
REAL ACADEMIA DE MEDICINA DEL PAÍS VASCO

### CONTESTACIÓN del

Excmo. Sr. Prof. Dr. D. Juan Manuel de Gandarias y Bajón  
Presidente de la

Real Academia de Medicina del País Vasco

La celebración por el ingreso del Prof. Negruela obedece a diversos aspectos. En primer lugar constatemos que accede a nuestra Academia en calidad de Prof. Dr. en Medicina. Pero podría haber entrado como Dr. en Ingeniería. Con ambos títulos hay muy pocos ciudadanos en toda Europa.

Tras esta introducción creo que está justificada su presentación. Más aún, para mí que sé de él otras muchas cualidades. Comencemos a referir algunos hechos de su biografía.

Nace en Lejona (Vizcaya) el 24 de marzo de 1938. Cursa sus estudios de Ingeniería en Bilbao y Madrid, doctorándose en la Escuela Técnica Superior de I. Industriales de Madrid, en 1964. Al tiempo, su vocación por la Medicina le impulsa a estudiar esta carrera, terminándola en la Universidad Complutense, en 1967, con las máximas calificaciones, llamando la atención de insignes profesores de este centro como el Prof. Oliveros que siente verdadera devoción por él.

En 1974, obtiene su Doctorado en Medicina por la Complutense con *Sobresaliente «cum Laude»*. Ha sido Médico-Becario de la Diputación Provincial de Madrid en los años 1967 y 1968. Médico Ayudante por concurso oposición de la Ciudad Sanitaria Provincial Francisco Franco, de Madrid, en los años 1968-69. Posteriormente, Médico Adjunto de la misma institución desde 1969 a 1971.

En 1974 obtuvo por oposición la plaza de Profesor Agregado de Radiología y Terapéutica Física de nuestra Universidad. Esas oposiciones no fueron como otras: El Prof. Negueruela no contó con apoyo alguno previo para la formación del tribunal que le juzgó, aunque esa era la tónica al uso. Soy testigo de excepción de cuánto tuvo que luchar mi querido amigo Juan en esa ocasión y qué opinión tan excelente sobre él se formaron los miembros de ese jurado. Recuerdo los comentarios de los Profesores Solsona y Badell Suriol, al respecto, y la amistad que desde entonces forjamos Juan y yo con estos dos insignes profesores.

Al no estar dotada la Cátedra de Terapéutica de Bilbao hasta fecha reciente, el Profesor Negueruela tuvo que concursar a otra Universidad, accediendo a la categoría de Catedrático numerario de Cádiz (Universidad de Sevilla) en 1977. Entre tanto, ha sido Catedrático contratado del C. U. A. hasta 1980, fecha en que obtuvo la Cátedra de su especialidad en nuestra Universidad.

La situación de Juan Negueruela al ganar la plaza de Agregado no mejoró, pues nunca dispuso de un servicio clínico para su especialidad. Este hecho es algo que siempre le ha traumatizado. Nosotros hemos intentado consolarle siempre, diciéndole que no es resultado más que de que nuestra Facultad carece de Hospital Clínico. Sobran más comentarios.

En el orden de la investigación ha publicado trabajos en revistas internacionales y se le han rifado profesores del prestigio de Botella Llusá, Gómez Oliveros, Amador Schüller y otros, ofreciéndole puestos en sus Departamentos que él ha rechazado, en su voluntad incontestable de servir a su tierra, de trabajar en la Universidad del País Vasco. El problema del clínico está, evitando, digámoslo crudamente, la llegada de profesores bien cualificados a nuestra Facultad, desanimándoles a solicitar plazas de su especialidad al carecer de los correspondientes servicios clínicos. De otra parte, una Facultad, dividida como la nuestra en preclínicas y clínicas, dispersada geográficamente, siempre ha de arrojar un saldo poco positivo. Confiamos en que el futuro nos sea más propicio.

En el orden profesoral, el Dr. Negueruela imparte su docencia con una preparación y un sabor singulares, con gracia mordiente y un gran espíritu crítico. El alumno siempre le recuerda gratamente y sale de sus enseñanzas con un conocimiento que va más allá de lo

que puede aprenderse en los libros. El Profesor Negueruela enseña a pensar y a romper mitos, infundiendo en el alumno la dimensión de pensar por su cuenta y el respeto por las figuras científicas que de verdad lo merecen.

El Profesor Negueruela conoce con todo fundamento la física, matemáticas, cibernética, biónica y otras materias que le dan una autoridad indiscutible en su especialidad. Lleva dentro la potencialidad incomparable de un científico internacional del máximo rango.

En lo humano destaca el amigo fiel, el compañero que te ayuda, apoya y defiende en todo lo necesario. En este sentido, la educación familiar, con una madre ejemplar, nos permite explicar la clase de persona que es el Profesor Negueruela. Las conversaciones chispeantes, que siempre evocamos con nostalgia cuando tardamos en verle los que somos sus amigos, hablan mejor que nada de su talento y de su gracia personal. Juan Negueruela Ugarte es un superdotado y, a la vez, muy humano.

Por todas estas circunstancias, creemos que nuestra Real Academia recibe con la entrada del Profesor Negueruela un auténtico valor, tanto en el campo de la Medicina como en el de la Tecnología, Investigación y Humanismo.

En cuanto respecta al discurso, remarkamos una vez más la calidad mental del recipiendario al dibujar claramente la crisis de las disciplinas científicas y médico de nuestros días. El Profesor Negueruela muestra su desconsuelo ante las corrientes actuales de apoyarse casi en exclusiva en unos medios técnicos extraordinarios, pero con poca imaginación creadora, tan necesaria siempre para avanzar por el camino del saber humano. Hemos de convenir en que ha hecho un puntual análisis de la situación en la ciencia en general y de la electrorradiología en particular. Lo importante de su escrito es que contiene un mensaje y que quien lo lea puede captarlo. Nosotros creemos haberlo interpretado, entendiendo su inquietud, su no conformismo. Parece tentador votar por el «probabilismo» o «indeterminismo».

Cuando menos, reconocemos que no debemos vanagloriarnos de nuestra actitud ante la ciencia en los tiempos actuales, en que hay bien pocas ideas originales y mucho aparatismo, demasiado instrumentismo y que sabemos cómo muchos que ejecutan una técnica, que la podía realizar igualmente una persona auxiliar de laboratorio,

están convencidos de haber ya consumado todo un descubrimiento y que por supuesto ya no necesitan aprender más.

Creemos que la verdad no es decir que no somos nadie, ni tampoco que somos el eje de la creación. La verdad es que el hombre en la tierra ocupa una posición primordial y decisiva en muchos aspectos; y que esto le obliga a aplicarse concienzudamente a la investigación y al esclarecimiento de la problemática del universo en el campo que le corresponda.

### *Lo conocido y lo real*

La sentencia de J. Renard debe obrar sobre nosotros como un incentivo constante «Mientras el hombre no llegue a poder explicar el secreto del Universo no tiene derecho a estar satisfecho». Debemos dejar a un lado el optimismo y la superficialidad a la hora de interpretar los resultados científicos, planteándonos siempre *la diferencia que hay entre lo conocido y lo real*. La Física no aceptó en otros tiempos esta distinción trascendental entre lo conocido y lo real.

Lo conocido es lo que podemos percibir de ese real, pero no nos hagamos la ilusión de que la conquista de un descubrimiento, de un nuevo conocimiento, es idéntico a lo real. No podemos contar con una percepción absoluta de las cosas que nos rodean, sino parcial, relativa y dependiente de los medios disponibles para la observación. Lo real sería lo único absoluto. El hombre cuenta con sus cinco sentidos para detectar y conocer la realidad exterior y aunque se sirva de aparatos cada vez más perfeccionados, el poder de estos instrumentos siempre será limitado.

A cambio de esa, cuando menos parcial, impotencia o insuficiencia exploradoras, pregunta Charon (1) ¿está el hombre en condiciones de exponer y describir lo real a lo que no tiene pleno acceso? No es fácil disipar esta incógnita. Una problemática acuciante que ha venido dividiendo desde lo remoto es la de la continuidad o discontinuidad de las cosas, de la materia.

(1) Charon, J. *De la Physique à l'homme*, ed. Gonthier, Genève (1964).

### *Pasajes de la historia general de la filosofía y de la ciencia*

Pitágoras (580-504 A. C.) postuló que la estructura es discontinua; los números enteros son la raíz de todo, representan la discontinuidad. El número par representa el *infinito*, el número impar lo *finito*. Ambos elementos, lo infinito y lo finito, están en todas las cosas; su oposición queda reducida a la unidad mediante la armonía. Todas las cosas son, pues, armonías y el mundo música esférica.

Pitágoras se situó frente a Parménides (540-510 A. C.), que creía en el ser Dios como un todo continuo, indivisible, perfectísimo, maravilloso, etc.

De otra parte, filósofos pluralistas como Empédocles, que nació en Agrigento (Sicilia, en 490 A. C.) arrojándose al cráter del Etna en (430 A. C.), y Anaxágoras (500-428 A. C.), sostienen la existencia de una pluralidad de elementos primarios para explicar cómo se han formado las cosas.

Muy próxima a esta concepción pluralista es la de Leucipo, fundador de la *escuela atomista*, y su discípulo Demócrito, quienes presentan una visión de conjunto, física, del mundo, sosteniendo que el ser no es *uno* de Parménides, sino un número infinito de corpúsculos, de átomos indivisibles, eternos, siempre idénticos a sí mismos, etc. Este planteamiento constituyó una piedra angular de la ciencia moderna. Para nosotros representa un criterio precursor de la ciencia actual y, en todo caso, tal concepción atomista es base crucial de la filosofía materialista.

### *La experimentación*

Quien influyó más decisiva y duraderamente, en la filosofía y en la ciencia, fue Aristóteles (384-322 A. C.), que abordó los campos de la física, química, geometría, ciencias naturales, arte, historia y política. Frente a los sofistas, Sócrates y Platón, que habían prescindido de la verdad objetiva y preferido exaltar al sumo el valor de la *función cognoscitiva*, elaborando todo un sistema que nada dice al mundo, Aristóteles, discípulo de Platón, rompe con esa mentalidad, que es lo que aún hoy llamamos sentido (o «amor») platónico, que es una utopía, algo que contrasta con lo que es la realidad de la vida. Y ya estamos ante lo real. Aristóteles utiliza al sujeto, a la razón, como punto de partida y establece el dualismo en el conocimiento, que

exige una relación entre sujeto y objeto. Sin sujeto, ciertamente, sin una acción del sujeto sobre el objeto, no se llegará al conocimiento. Y, a su vez, sin un objeto que presente al sujeto el material cognoscible tampoco es posible el conocimiento. Por ello, este retorno al mundo ha hecho que se califique de *realismo* al sistema filosófico de Aristóteles y que su dominio haya persistido unos dos mil años, esto es, hasta el siglo XVI, en que Galileo duda de la autoridad del sabio griego, y se lanza a experimentar. Arroja, desde la torre de Pisa, dos bolas de plomo de distinta masa, comprobando que llegan al suelo al mismo tiempo, demostrando que la velocidad de un cuerpo no es proporcional a la fuerza a que está sometido, como postulaba Aristóteles. Galileo estableció que la fuerza es proporcional a la aceleración, pero no a la velocidad.

#### *Lo discontinuo y lo continuo*

Aunque Galileo no discute como los antiguos griegos si la estructura es continua o discontinua, socava con su resultado experimental la autoridad de Aristóteles y prepara el escenario a otro gran hombre, a Newton, que establece que la fuerza de la gravedad es una ley entre masas materiales elementales. Pero, además, Newton supone que la luz tiene una estructura discontinua, que está formada por corpúsculos. De esta forma, surge nuevamente la idea de la discontinuidad que alcanzará gran relevancia en el siglo pasado, al demostrar Faraday la estructura discontinua de la electricidad, lo que preparó el descubrimiento del electrón o carga material elemental. Asimismo, Dalton demuestra que los cuerpos químicos estaban constituidos por los 92 elementos simples o átomos. Resurge, pues, el atomismo de Demócrito.

De otra parte, Maxwell, en 1865, confirma los estudios de Fresnel —que considera a la luz como una onda propagada en un medio continuo— al efectuar la síntesis extraordinaria que evidencia como electricidad, óptica y magnetismo son tres aspectos diferentes de un único fenómeno fundamental, el electromagnetismo, sobre el que establece sus ecuaciones. Su trabajo científico, sus cálculos señalan la estructura continua y ondulatoria de la radiación.

Llegamos así a esta proposición científica: la *materia* sería una estructura discontinua, ratificando así el atomismo de Demócrito, mientras que la *radiación* sería continua (electromagnetismo).

Así y todo las polémicas subsisten. Einstein, en 1905, al desarrollar las ideas de Planck sobre «cuantificación» de las radiaciones, postula la teoría del efecto fotoeléctrico demostrando que la luz (considerada por Maxwell como un fenómeno continuo) consta de corpúsculos a los que denomina *fotoes*. Sin embargo, este genio judío alemán elaboró su teoría de la relatividad restringida y general que culminó en 1915 sustentando la idea de una estructura esencialmente continua de toda la realidad.

#### *Probabilismo y determinismo*

Alternan las hipótesis y persiste la confusión: la materia es continua o discontinua; la radiación es corpuscular u ondulatoria. El dilema está ahí y el problema consiste ahora en realizar un intento de conciliación de pareceres. La interpretación del aspecto ondulatorio o de la radiación continua supone, sin embargo, la renuncia a la descripción de los fenómenos, lo que es tanto como renunciar a una finalidad esencial de la ciencia. Se establece la nueva descriptiva de «complementariedad» onda-corpúsculo. Pero esta descripción no puede efectuarse a la escala microscópica de las partículas elementales. Así, aunque se conozca con certeza la velocidad de un electrón en un momento dado, no se puede establecer con exactitud dónde se encuentra en ese mismo instante. Habrá que hablar, entonces, de la «probabilidad» de encontrarlo en tal o cual lugar en el transcurso de la medición. Resultará, pues, que el probabilismo conmueva y barre al determinismo; que la física clásica, que no diferenciaba entre lo conocido y lo real o absoluto, tiene que ceder terreno a la física que asume el probabilismo o indeterminismo.

Hay una crisis actual de la física, indudablemente. Nadie puede responder al planteamiento crucial de si la física atómica de nuestros días es probabilista o determinista. Desde los dictados científicos de Bohr y Heisenberg, el probabilismo o indeterminismo empezó a contar con un número predominante de adeptos. Pero el determinismo no ha tirado la toalla y ahí está Einstein con su idea de que la incertidumbre científica es transitoria, sólo provisional, lanzando su celebrada sentencia de que *Dios no juega a los dados*. Otras figuras excelsas de la física moderna como Schrödinger, de Broglie y Blockinzev se adhieren al postulado einsteiniano.

### Probabilidad y termodinámica. Estructuras disipativas

Vayamos ahora a la «probabilidad» en la termodinámica de los seres vivos. Hay que intentar explicar los fenómenos biológicos con un lenguaje fisicoquímico, aunque reconozcamos una originalidad en los mismos nutrida por el azar y la necesidad.

Lo que planteamos quisieramos resumirlo al máximo, tras recordar el segundo principio de la termodinámica de que «cualquier cambio espontáneo en un sistema aislado cursa en un sentido definido hacia un estado de equilibrio. Boltzmann acuñó el vocablo «Wahrscheinlichkeit», que significaba probabilidad, al referirse al azar de la distribución de átomos, de moléculas. Señalaba que cuanto mayor sea el azar, mayores son el desorden, la probabilidad y, en suma, la entropía que significa cambio. Por eso al formular la ecuación de la entropía se incluye el símbolo  $W$ , que representa la probabilidad. Remarcaremos que la entropía o cambio es función del grado de azar o desorden del sistema. Un ejemplo de esta segunda ley de la termodinámica nos lo ofrece el del calor que pasa de un cuerpo más caliente a otro más frío, hasta que ambos alcanzan la misma temperatura, obteniéndose así un equilibrio térmico; o también el de un soluto que difunde del lugar de mayor al de menor concentración, como ocurre con un azúcarillo en una taza de café, por ejemplo, en que las moléculas de sacarina se desplazan hasta que todo el sistema se torna dulce por igual. No cabe duda que el cambio o entropía aumenta al elevarse la temperatura, ya que el desplazamiento de los átomos o de las moléculas es mucho mayor, multiplicándose las probabilidades del desorden estructural. Por esto, el agua que alcanza los tres estados, muestra una entropía mínima cuando está en forma sólida, esto es, como hielo.

Pero en los últimos tiempos hay que presentar alguna observación a esta noción tan monolítica de la física. Efectivamente hay que aportar nueva información, la de las denominadas «estructuras disipativas». Para empezar, señalemos que un ser vivo no es un sistema aislado, carente de comunicación o transferencias con el exterior, del que damos como ejemplo un termo conteniendo un líquido.

Un sistema abierto, en el que encajamos al ser vivo puede efectuar intercambios con el ambiente, tanto de materia como de energía. Hasta el momento se ha venido sosteniendo que los seres vivos son sistemas abiertos en equilibrio, pues sus pérdidas de energía se

restauran por la entrada de otras nuevas, esto es mediante la alimentación que compensa junto con el descanso y el sueño el continuo desgaste que implica el funcionamiento orgánico.

En otras palabras diríamos que hay una segunda ley de la termodinámica, que marca el estado de equilibrio como el final de un proceso tras un período transitorio más o menos duradero. En un ser vivo, que efectúa intercambios con el entorno, aunque las disponibilidades de materia y energía exteriores sean suficientemente cuantiosas como para permanecer invariables, el sistema puede tender a un estado constante de «no equilibrio», porque está asociado a lo que ya Prigogine (2), llama *estructuras disipativas*, en las que aparece un orden nuevo caracterizado por fluctuaciones gigantes. Es el *orden por fluctuación*, en donde hay ciertos tipos de *reacciones químicas no lineales*, de las que podemos dar como ejemplo reacciones catalizadas por enzimas y control de las mismas mediante procesos de activación e inhibición. Ejemplo de todo esto son los estados de polarización y despolarización de membranas celulares con sus inter-cambios iónicos. En el caso de la polarización de una membrana, que equivale a un estado de reposo celular hay una desigual distribución permanente de iones a uno y otro lado de la barrera membranosas: exceso de sodio pericelular y de potasio endocelular. A esta situación puede sucederle la de despolarización, en que por difusión se tienden a igualar las concentraciones de sodio y potasio a ambos lados de la membrana, lo que caracteriza la excitación o estado activo, representado por su potencial de acción mensurable en milivoltios y que tras los estudios de Blumenthal, Changeux y Lefever, se presenta como un fenómeno discontinuo en el tiempo, que se implanta tras una inestabilidad del estado de reposo o de polarización con su potencial negativo. La polarización representa el estado que pudiéramos llamar constante, en el que en vez de equilibrio hay desequilibrio en la concentración de los cationes citados, del sodio que prepondera fuera de la célula y del potasio que predomina en el citoplasma. No hay duda de que durante el estado polarizado la membrana desempeña el papel de un dique que mantiene al sistema celular, al sistema vivo, fuera del equilibrio. Y ¿por qué? La respues-

(2) Prigogine, I. *La termodinámica de la vida*, publicado en La Recherche en Biología Molecular, Ed. Blume, 1967.

ta es que se trata de fenómenos selectivos de transporte de membrana que exigen un gasto de energía; en nuestro caso, de un sistema enzimático o ATP-asa,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  dependiente. En todo caso, no pretendo invocar por este relato que los seres vivos escapan a la legislación de la física, lo que sucede es que debido a su composición química y a la cinética de sus reacciones disponen de una plasticidad que los diferencia o aleja de lo acaecido en la naturaleza inanimada; en nuestro caso de la segunda ley de la termodinámica de Boltzmann. Hay una frontera o un umbral entre *lo vivo* y *lo no vivo*, como sostiene Prigogine, aunque no podamos establecer sus límites precisos. Por ello hay que huir de afirmaciones e ideas harto simplistas. El científico soviético subraya: no es la inestabilidad, sino una serie de inestabilidades las que han permitido franquear la «tierra de nadie» o «no man's land» entre vida y no vida. Y sólo acabamos de comentar a desentrañar esta problemática.

Y con respecto *al azar* y *la necesidad* que postulase Monod, los resultados experimentales de nuestros días nos facilitan una apreciación mejor matizada de cuanto puede ser el papel del azar y de la necesidad. La fluctuación a que aludíamos en los estados de no equilibrio representa el azar o elemento aleatorio del resultado. Por contra, la inestabilidad del medio —que posibilita que la fluctuación aumente— constituye una necesidad. Cooperan, por tanto, el azar y la necesidad, lejos de oponerse.

Para terminar, reiteramos la altura excepcional del tema que ha elegido el Profesor Negueruela y admiramos el tratamiento que del mismo ha hecho, pues nos ha incentivado a estudiar una respuesta que deseamos sea complementaria, aunque la problemática del indeterminismo y determinismo sabemos que está muy distante de alcanzar solución en el momento presente.

No obstante empeñémonos en estudiar estos asuntos, siguiendo la sentencia de Renard de «que el hombre no tiene derecho a estar satisfecho hasta que pueda llegar a explicar el secreto del Universo» o el consejo de Nietzsche en su obra «Jenseits von Gut und Böse» («Más allá del bien y del mal»), que dice «llega a ser el que eres», pues delante de nosotros hay otro hombre, que sigue siendo nosotros mismos, aunque mejor situado en las coordenadas de la evolución, menos teórico, «hacia el cual debemos empeñarnos en ir».

He dicho.