

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS
EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

**LO EXACTO, LO FISICO, LO NATURAL,
Y LA MEDICINA**

DISCURSO

LEIDO EN EL ACTO DE SU RECEPCION

POR EL

EXCMO. SR. D. PEDRO GARCIA-BARRENO

Y

CONTESTACION

DEL

EXCMO. SR. D. ANGEL MARTIN MUNICIO

EL DIA 12 DE DICIEMBRE DE 1984



MADRID

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES



LO EXACTO, LO FÍSICO, LO NATURAL, Y LA MEDICINA

Discurso (leído) de recepción: 12 de diciembre de 1984.

Pedro García Barreno

Hoy, ahora, hace exactamente veintidós años, Don Florencio Bustinza comenzaba su discurso de recepción en esta Real Academia con la cita de Cicerón: «*volo et esse et haberi gratus*». Y ningún modo mejor que esta frase para expresar mi gratitud por haberme permitido con vuestra magnanimidad, poder, en esta tan significativa fecha, evocar su figura científica y humana, y dedicar en este acto, el homenaje con que veneramos su memoria, la de una vida de trabajo y de bien.

Hace poco más e un año, cuando esta Academia dedicaba homenaje afectuoso al maestro, compañero y amigo desaparecido, Ángel Martín Municio, discípulo, amigo y albacea de la labor de Bustinza señalaba: «que lo que más admirábamos en vida, y más echamos de menos ahora, es su señorial sencillez y su elegancia espiritual». La poquedad de quién habéis designado con vuestra confianza para ocupar, pues no puedo aspirar a suceder, el sillón hoy vacante, no puede sino hacer un débil bosquejo de la labor de Bustinza, desde la admiración y el respeto.

Desde sus primeros años profesionales, se conjugan su labor de maestro y su trabajo de investigador. En la primera, enseña durante prolongados años en varios Institutos Nacionales de Enseñanza Media, que incluso comparte tras la consecución de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias de Madrid.

En el terreno de la investigación, los primeros pasos de Bustinza fueron en busca de la incipiente bioquímica de la época, en la farmacognosia y en la fisiología vegetal, completando sus investigaciones en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Ginebra. A su regreso de Suiza, Don Florencio prepara sus Tesis Doctorales en Farmacia y en Ciencias Naturales, que galardonadas con los Premios Extraordinarios correspondientes, fueron publicadas por esta Real Academia de Ciencias. Pero su vinculación con esta Casa se inicia con anterioridad, en la sesión del día doce de diciembre del año 1928. Hoy mismo, pues, se cumple también el aniversario. Son, exactamente, cincuenta y seis años.

En la década de los cuarenta es de los pocos científicos españoles que suenan en el extranjero, y ello porque su proyección fue más que la simple publicación de comunicaciones originales de investigación. Lo fue porque sigue enseñando, en el Instituto y en la Universidad; sigue ayudando y sigue haciendo bien. Lo fue, porque su preparación científica le permitió hacerse conocedor y asimilar, como pocos, el descubrimiento y el impacto de los antibióticos. Lo fue, porque llevó de modo experimental a la Fisiología vegetal la problemática antibiótica. Y lo fue también porque, en esa década, la sensibilidad humana y científica de Bustinza fue vocacionalmente tocada por un tema y unos personajes, constantes en todas sus obras: los antibióticos, y Alexander Fleming y Selman A. Waksman.

En esa época, cuyo momento culminante es la investidura de Fleming, en el año 1948, como Doctor *honoris causa* por la Universidad de Madrid, y apadrinada por Don Florencio, comienza la obra de investigación más larga, intensa y querida por él. Es una obra de investigación histórica sobre un descubrimiento, la penicilina, y sobre un científico, Fleming, hecha con sabiduría a la vez de con sensibilidad.

En este momento de plena madurez creadora, Bustinza, ya académico de la Real de Farmacia, es elegido miembro de esta Academia en mayo de 1959. Su discurso, *En la Era Antibiótica*, es ejemplo de unidad de sabiduría. Poco después, aparecía su libro *Diez Años de Amistad con Fleming*, prólogo de una incansable labor culminada pocos días antes de su adiós.

Su peculiar y habitual derroche de entusiasmo lo prodigó, sobre todo, en sus numerosas intervenciones en las Reales Academias. De todas ellas, la del día once de febrero de 1969 tiene un significado muy especial. Don Florencio contestaba al discurso de recepción de Martín Municio, y se refería al trabajo presentado con la frase de Horacio: «*nihil sine magno vita labora dedit mortalibus*». Compartamos ahora, los tres, el júbilo que nuestro espíritu conoce.

Por su parte, Bustinza alababa en su discurso de recepción en esta Casa la maravillosa grandeza de los organismos pequeños y humildes con palabras de Agustín: «*Deus magnus in magnis, maximus in minimis*». Esta fue siempre la sabiduría de Don Florencio, aquella sabiduría cuya excelencia narra el Libro de los *Proverbios* cuando dice: «Bienaventurado el que alcanza sabiduría y adquiere inteligencia, porque sus caminos son caminos deleitosos, y son paz para todas sus sendas».

Excelentísimos Señores, os grito con toda la efusión de mi reconocimiento, Gracias. Pero me abrumas las deudas, que para corresponderlas debería agotar mi oratoria. Permitidme, a cambio, intentar corresponder, tímidamente, a tres de ellas. En primer lugar, rendir homenaje a aquellos que desde la Medicina, fueron llamados a colaborar en las tareas de la Academia; modelo de integración del conocimiento interdisciplinar.

Mi segunda deuda es con aquellos que me ayudaron a progresar. Unos con su magisterio y saber hacer; otros con su amistad y oficio. En cualquier caso, los nombres de Amador Schüller y Pedro Gómez presiden los de aquellas innumerables personas que se agolpan en mi recuerdo. La tercera; tercera en cuanto al orden escogido en la exposición, que por su significado es previa a todo lo acontecido, se resumen en dos nombres. Don Felipe, Don Felipe González Ruiz fue mi primer maestro y fue también a quién primero escuché referirse, con admiración y respeto, a Bustinza, cuando nos explicaba Ciencias Naturales allá en el Bachillerato. Mi padrino de este acto está presente, por descontado, a todo lo largo y profundo de este Discurso.

Y bajo este sentimiento pasemos al tema de la Recepción, «Lo Exacto, lo Físico, lo Natural, y la Medicina».

La Medicina es una teoría práctica de la realidad humana, cuya esencia se le localiza en el denominado «encuentro clínico». Tal encuentro demanda que el conocimiento se particularice en la realidad vivida de una persona determinada. La Medicina tiene, de manera clara, un dominio de actividad distintivo y distinguible como ciencia, arte y praxis, y que comprende un conjunto de cuestiones filosóficas legítimas derivadas de la naturaleza única de dicho encuentro. Concepto singular que distingue a la Medicina de las Ciencias, y que conforma la base de una lógica y una epistemología de la práctica médica, de la que se comenta no es experimental ni teórica, y ello la aleja del entorno científico.

La Medicina, durante el siglo XIX, derivó su atención desde la cama del enfermo hacia el laboratorio experimental; con ello, el crecimiento subsiguiente del enfoque biológico ha elevado a la denominada biomedicina a una posición de supremacía; un desplazamiento que ha supuesto el fracaso de la medicina clínica en su intento de desarrollar una metodología propia. No existe, en

primer lugar, un concepto de enfermedad que sirva como base intersubjetiva única de debate, siendo los límites entre la Medicina y otras áreas socioculturales bastante inciertos. Mencionemos, tan solo, que no existe un único planteamiento canónico bien definido, sino que desde un punto de vista no dogmático, puede aceptarse un enfoque dualístico de la Medicina. Ello, a partir de planteamientos dicotómicos de los contextos ontológico, en cuanto la relación entre hechos y valores; epistemológico, que contempla los planteamientos teórico-causales frente a los empírico-prácticos; metodológico, respecto al diálogo entre la Ciencia Natural y la Ciencia Humanística, y por último, del contexto social, que plantea el conflicto entre los denominados intereses de la Ciencia, en cuanto al proceso de investigación clínica y los intereses del paciente. Dicotomía, ésta última, que apunta a nuevos condicionantes en el desarrollo de la pretendida metodología de la Medicina, como práctica y como actividad científica. Nuevos condicionantes como la presión sociocultural sobre la Medicina o el expansionismo de ésta, el error médico y la ética médica, la elección de prioridades y la demanda de protocolización o, por último, las peculiaridades del lenguaje médico.

Problemática que apunta a una Metodología o metamedicina que intenta ofrecer un foro para el estudio interdisciplinar de la Medicina. Metamedicina, por su parte, que representa un término acuñado como una abreviatura de Filosofía y Metodología de aquella, y que no pretende hablar de Medicina, sino sobre o acerca de la Medicina.

Por otro lado, el estudio interdisciplinar ha de mejorar el análisis y la comprensión de los presupuestos conceptuales de las Ciencias de la Salud. La intención de éste discurso, del escrito al menos, es la de examinar la incidencia y la aportación del conocimiento científico sobre el desarrollo y el progreso de la Medicina en cuanto conocimiento, y en su doble vertiente de la comprensión fisiopatológica y del proceso diagnóstico. Implicaciones científicas de la Medicina, que se presentan poco claras como consecuencia de planteamientos mal enfocados, siendo necesario un enfoque sistemático a efectos de aclarar, articular, definir y conducir los temas científicos en la misma. Para ello existen, creemos, tres maneras por las que la Ciencia puede relacionarse con la Medicina: Ciencia y Medicina; Ciencia de la Medicina, y Ciencia en la Medicina.

La relación entre Ciencia y Medicina comprende las consideraciones mutuas sobre problemas comunes para ambas; tal es el sentido del tema del Discurso. El esfuerzo es de colaboración, reteniendo ambas sus identidades. Cada una se aprovecha de los recursos de la otra; se enriquecen y elaboran nuevos conceptos médicos o científicos en sus áreas respectivas. A partir de esta interacción ha de derivarse una síntesis de la constelación de interpretaciones que han de construir la imagen de la Medicina.

El contexto del Discurso, por su parte, transcurrirá entre las relaciones de lo científico de y lo científico en la Medicina. Su incidencia en la Medicina se refiere a la aplicación de las herramientas de la Ciencia, representadas por el desarrollo tecnológico, para abordar problemas médicos definidos y referidos fundamentalmente al proceso diagnóstico. Por último, cuando la Ciencia se enfrenta al significado de la Medicina y examina sus fundamentos conceptuales, se convierte en una Ciencia de la misma. El planteamiento trasciende la Filosofía de la Ciencia per se y se hunde en el mismo concepto de la Medicina, su naturaleza, propósitos y valores que son, por otro lado, los verdaderos problemas científicos de ésta. La Ciencia de la Medicina busca explicaciones sobre los fundamentos básicos de los fenómenos médicos. Situada en la intersección de las ciencias, la Medicina puede llegar a ser un medio y un modo, en el que se encuentren diferentes problemas de la Ciencia.

La ciencia exacta facilitará el conocimiento formal, lógico, del hecho orgánico en sí. La ciencia física aportará los modelos teóricos y estructurales de los hechos; y por último, la ciencia natural, a cuyo dominio pleno corresponde la Medicina, aportará la realidad biológica de los acontecimientos. Todo ello intentará facilitar la comprensión fisiopatológica pretendida en cuanto Medicina científica. Pero la Medicina busca la objetivación de los fenómenos biológicos, lo que intenta mediante dos mecanismos; uno, mediante la medida, analítica, y la representación iconográfica, imagen. Analítica e imagen donde la Biología y la Física aportan las herramientas precisas. El segundo mecanismo, basado en gran parte sobre una marcada presión sociocultural, pretende asegurar la certeza del diagnóstico clínico sobre el propio paradigma de nuestra cultura, secundario a la revolución tecnológica en general y a la informática en particular; paradigma cultural que exige una toma de decisiones médica objetiva y contrastable, libre de error médico, y donde el formalismo matemático de la informática emerge como protagonista e intenta desplazar a la interacción subjetiva de la práctica médica; ello es, al encuentro clínico. Todo ello hace que la secuencia del discurso pretenda seguir una lógica doble. En primer lugar, se discutirá el aporte del conocimiento de cada una de las ciencias establecidas a una metodología de una ciencia médica en la doble vertiente señalada, fisiopatología y diagnóstico, y que corresponden a las relaciones pretendidas de lo científico de y en la Medicina. Por otro lado, con la finalidad de evitar una dispersión de datos, se centra en ésta exposición cada uno de los puntos de interés sobre la característica más distintiva de la persona: su función cerebral.

LO EXACTO. De acuerdo con Emerson —«*la realidad es más excelsa que su explicación.*»— no se pretende un razonamiento reduccionista de la realidad humana, sino el examen de esa realidad con los medios a nuestro alcance. Lo exacto de la Medicina pretende comprender los acontecimientos que caracterizan a los hechos médicos mediante conceptos o explicaciones generales.

Hans Selye desarrolló su concepto de stress, TENSION, en lo que denominó «síndrome general de adaptación»; un conjunto de reacciones inespecíficas provocado por diferentes tensiones ambientales. La interacción de un organismo vivo con su ambiente se ha intentado explicar sobre cinco principios: causalidad múltiple; desarrollo del organismo; influencia genética; influencia histórica, y actividad consciente-inconsciente. En su traducción matemática, estos cinco principios proporcionan la base para un intento unificador de diferentes conceptos, dentro de una psicobiología racional que ha de permitir describir la conducta y el comportamiento humanos ante diferentes situaciones. La eficacia con que estos conceptos ambientales y de conducta pueden utilizarse de manera universal en el análisis de los condicionamientos del comportamiento y establecerán, en última instancia, la aplicación de un sistema científico deductivo en la comprensión de planteamientos inicialmente subjetivos.

Para la consecución de estos objetivos puede utilizarse la notación tensorial propia de los espacios multidimensionales no euclídeos; técnica tensorial que ofrece un lenguaje matemático general, no sólo para los fenómenos físicos sino también para procesos psicológicos, psiquiátricos y, por extensión, a cualquier otro campo de la fisiopatología. Fue Hamilton quien acuñó la palabra tensor para indicar la noción de tensión.

El desarrollo de la hipótesis propuesta, esto es, la formalización de la interacción entre el sujeto y su medio, externo e interno, y de las características del comportamiento de éste inducidas por el primero, se ha de llevar a término mediante un conjunto de definiciones y teoremas referidos a los contextos ambiental y de la conducta. Tensores ambientales que, aplicados en un espacio riemaniano discreto, implican las definiciones de derivada ambiental, y de velocidad y de aceleración ambientales, sobre la base del teorema de Riemann-Christofel y del teorema de Ricci;

ambos condicionan el peso histórico del sujeto. Por su parte, los tensores de conducta ofrecen un conjunto de funciones escalares que permiten asumir las definiciones de capacidad de reacción y del comportamiento de defensa que, junto con las definiciones de sensibilidad y adaptabilidad, permiten desarrollar el teorema de tensión del comportamiento, a partir del cual y mediante la introducción de los tensores genético e histórico podremos definir el instinto, la conformidad y la sugestibilidad.

En este punto y tras aceptar una serie de postulados fundamentales que contemplan las respuestas consciente e inconsciente, así como factores de condicionamiento podremos resumir que uno de los resultados del proceso evolutivo biológico ha sido el de incrementar el orden de tensores necesarios para describir la conducta motivacional. Sin embargo, los condicionantes básicos pueden ser los mismos en toda la escala evolutiva, y podrían estar representados, al menos en parte, por los diferentes sistemas neuroanatómicos de recompensa. Pudiera suponerse que el desajuste de los condicionamientos expresados provocan las diferentes formas de enfermedad. Es más, no cabe duda, que las simplificaciones logradas mediante la introducción de funciones escalares de respuesta permite un estudio matemático detallado del desarrollo de la conducta, y donde los diferentes tensores propuestos tienen, todos, el mismo orden.

En este momento será posible relacionar los factores ambientales y de comportamiento, y concluir en una serie de teoremas correspondientes a las respuestas consciente e inconsciente, a la relación entre los patrones observados o manifiestos del comportamiento y los patrones internos y, por último, al conflicto operacional cerebral mencionado; contexto donde el cálculo tensorial debe ser el lenguaje matemático que describa las interacciones entre el sujeto y su medio, ambiental y personal.

Adelantemos, que el efecto de la tensión tiene lugar sobre una estructura física representada por el cerebro, sistema en el que su propia jerarquía domina a la estructura, o en otras palabras, la actividad cerebral superior domina a los subcomportamientos. Como veremos al discutir los diferentes modelos físicos que soportan al comportamiento y demás funciones cerebrales, el modelo de un sistema dinámico es el más plausible, y donde los diferentes tensores, ambientales o subjetivos, pueden inducir fluctuaciones que desplacen el equilibrio del sistema expresándose en patologías.

Una vez resumida la aportación de lo exacto de la Medicina podemos plantearnos ¿cuál es la incidencia de lo exacto en ella?

Los últimos años se han caracterizado, en el terreno matemático que nos ocupa, por los numerosos trabajos que intentan clarificar el significado de los términos «enfermedad» y «entidad enferma», pero incluso ante un avanzado estado del conocimiento respecto a cualquiera de las entidades nosológicas, las enfermedades son, a nivel clínico de análisis, un entramado más o menos conexo; ello, en el sentido que es imposible obtener, a partir del conjunto de signos y síntomas, una predictibilidad estadística completa. Debemos considerar a la enfermedad como un «concepto abierto» en el sentir de Rudolf Carnap, por lo que a la hora de intentar una formalización de ésta deben aceptarse una serie de simplificaciones. Debe, por tanto, concebirse la probabilidad de enfermar clínicamente como una función de un conjunto de variables, tanto conocidas como desconocidas. Pero ante ésta situación, debe recordarse que pocas cuestiones en Filosofía, o en Epistemología, provocan mayor discusión que la causalidad, y que no hay mayor controversia en la Filosofía de la Ciencia, que la relación causal entre acontecimientos. A este respecto, las diferentes variables se denominan, frente a una pretendida etiología específica: etiología cualitativa específica, factor más potente, factor exclusivo no fungible, variable moderadora o factor omni-ubicuo-moderador.

Una entidad enferma, por tanto, se define en principio y de modo implícito o contextual, genéricamente y no de modo estrictamente operacional; ello, a partir de un conjunto de signos y síntomas a los que tiene acceso el clínico sobre una determinada población y en un momento concreto, sobre una persona enferma en particular. Este hallazgo observacional sugiere que la trama sintomática exhibe una probabilidad estadística, porque el origen causal lo comparten varios indicadores; un hecho que corrobora el concepto abierto de entidad enferma.

Sobre esta pretendida formalización de la enfermedad se intenta formular una praxiología clínica que permita un diagnóstico médico exacto, lo que en sus últimas consecuencias implica la eliminación del proceso diagnóstico mediante el encuentro clínico. Es evidente que tal prerrequisito hace que el diagnóstico médico sea siempre relativo, y lejos de la pretendida exactitud indicada, cualquier intento objetivo de abordar el proceso diagnóstico debe contar con una estructura lógica sobre la que actuar. También, unas reglas operativas que denominamos estructura del razonamiento diagnóstico. Diagnóstico que constituye un sistema de juicios, con mayor o menor coherencia interna, que puede considerarse como una teoría, o un modelo, del estado del paciente. La estructura del razonamiento diagnóstico tiene, a su vez, una importancia especial dentro del conjunto de la investigación clínica orientada por una hipótesis de trabajo, y donde los diferentes procesos mentales, incluida la estimación de probabilidades, puede ser llevada a cabo con éxito, exclusivamente, dentro de cierto encuadre lógico. La investigación en el campo de la teoría del diagnóstico médico se ha centrado, dentro de dicho encuadre, en la aplicación de modelos formales y métodos computarizados; ello sobre la base de que el razonamiento diagnóstico es sistemático e implica ciertos procedimientos heurísticos. Así, los problemas de la metodología diagnóstica son, en parte, idénticos a aquellos que pertenecen a la Filosofía de la Ciencia y a la Epistemología en general, si bien implica muchos problemas específicos de la metateoría de la Medicina. Existen, incluso, trabajos que exploran, detenidamente, la posibilidad de una base formal de la estructura natural del conocimiento médico.

En este sentido, durante la década pasada se ha producido un gran desarrollo tanto de las posibilidades de las computadoras, como del interés médico de aplicar en la clínica tales capacidades. Son varios los paradigmas fundamentales en la toma de decisiones ayudada por ordenador, y donde destacan los algoritmos clínicos y el análisis estadísticos de tales datos. Donde se contempla el hecho, que cuando el médico ordena una prueba diagnóstica lo hace sobre la base de su experiencia y conocimiento, así como ante cierta impresión de fiabilidad; aspectos que corresponden a la teoría de la decisión y a la teoría de la información. Tales métodos, que corresponden a conceptos extraños para la mayoría de los clínicos, presentan sin embargo principios básicos relativamente simples y operan de manera inconsciente en toda actuación clínica. Ello señala su objetivación práctica, la transición hacia una medicina formalizada en la que la aproximación bayesiana ha dominado el trabajo realizado en este sentido.

Junto a los paradigmas mencionados; la modelización de los procesos fisiopatológicos, los métodos de decisión teórica y aquellos de razonamiento simbólico, completan la aportación de lo exacto en la Medicina, y que podemos resumir en las aplicaciones potenciales de la inteligencia artificial en la clínica; término que incluye aquellas operaciones de la computadora que realizan un razonamiento simbólico más que un cálculo numérico; ello sobre la base de utilizar juicios cualitativos que conforman una heurística apropiada. En ellos, teoría de posibilidades, el razonamiento de aproximación o el razonamiento borroso de sistemas ofrecen la condición moral a los sistemas formalizados operativos. Por su parte, los denominados sistemas integrados ofrecen programas que comprenden sus propias limitaciones o estrategias de razonamiento, dentro de la denominada ingeniería del conocimiento que, en un intento de asumir los condicionantes de la práctica clínica,

propone una serie de operadores para los conceptos intuitivos que expresan la relación matemática de las características de la experiencia del clínico.

De cualquier modo, en nuestros días se reclama un modelo epistemológico de juicio clínico basado sobre tres niveles dimensionales independientes: creencia, confianza e información, incorporando a éste último nivel, los conceptos de caos y de entropía. Cada uno de estos tres niveles da lugar a una metapregunta, cuya contestación, un juicio sobre otro juicio, representa lo que denominamos un metadiagnóstico que asume la heurística expuesta. En resumen, debemos reconocer la existencia de una investigación básica en las ciencias de la computación que debe ser realizada en el campo de las aplicaciones médicas, y que tal área del conocimiento es algo más que una aplicación de las técnicas establecidas de computación a los dominios de la Medicina.

LO FÍSICO. En relación con el segundo gran apartado, lo físico, vaya por delante el hecho que el mundo físico se presenta como la realidad objetiva, y no cabe duda que la Medicina se ocupa de hechos reales, objetivos, aunque estos hechos no se interpreten, en ocasiones, como tales, tanto por parte de la persona enferma como por parte del médico, quién certifica la realidad de la patología. De cualquier modo, y como señala POE: «... *la Ciencia no es sino un cuervo cuyas alas son torpes realidades*»

En cualquier caso, el conocimiento de un hecho permite su comprensión, y en el caso particular de la Medicina permitirá un diagnóstico que soporte un tratamiento oportuno. Lo físico de la Medicina aporta modelos teóricos, experimentalmente verificables, que permiten acceder a la función, normal o patológica, del organismo. Por otro lado, la repercusión del conocimiento físico en la Medicina, significa una aportación continua en el desarrollo de la misma; pues si hace tiempo leyes físicas sencillas soportaron el desarrollo del fonendoscopio, que supuso la primera revolución de la práctica médica, la repercusión de la denominada revolución icónica, ha hecho de la imagen en medicina un nuevo paradigma.

La aplicación de los mecanismos matemáticos que intentan explicar las diferentes funciones de la persona, exige un tratamiento físico de las estructuras que, presumiblemente, soportan la hipótesis propuesta. Por otro lado y siguiendo el esquema apuntado, el estudio quedará enfocado sobre la función cerebral, pudiendo servir de introducción la pregunta de Yates «... porqué las neurociencias contemplan la Física para desarrollar sus teorías?» Pregunta que el mismo Yates intenta simplificar, sugiriendo que exclusivamente una termodinámica estadística, en combinación con una mecánica no lineal, tiene su aplicación en una teoría del cerebro en el sentido físico. Al menos, la información recogida de los estudios de la electrogénesis cerebral como reflejo de su funcionalismo, apunta expresiones similares a las utilizadas en física teórica; así, los denominados fenómenos de resonancia fuerte son equivalentes a las interacciones de la física de partículas. De igual modo, los estados y tiempos de coherencia cerebrales se relacionan con la física del láser, o el ferromagnetismo cerebral con la física del estado sólido o finalmente, las matrices cerebrales que encuentran su equivalente en la teoría de las matrices S de Heisenberg.

La dinámica no lineal ofrece, por tanto, un lenguaje que hace posible describir diferentes aspectos de la función cerebral. Recordemos, que el registro electroencefalográfico en situación basal y condiciones de normalidad es un ejemplo de comportamiento caótico, mientras el registro correspondiente a una crisis epiléptica representa un comportamiento periódico y regular. Esta situación indica que una turbulencia, el registro normal, más que representar un estado desordenado, puede corresponder y tal es el estado del cerebro, a un fenómeno altamente estructurado, ordenado e indica la cooperatividad neuronal a nivel macroscópico.

Durante la actividad mental normal actúan un gran número de sistemas relativamente independientes entre sí, cada uno de ellos con su propio determinismo o evolución. Pero en un sistema tan complejo como el cerebro, es prácticamente imposible mantener la independencia espacial de los diferentes dominios, dada su inestabilidad. Ocurre entonces, ante la incidencia de cualquier factor desestabilizador, tensor o tensión, que las interacciones entre los sistemas incrementan de tal modo, que un arquetipo definido sobre uno de ellos puede extenderse al resto de los mismos. Esta secuencia, puede llegar a incidir sobre la evolución de su propia dinámica, lo que llega a destruir creodos que evolucionan hacia estados más primitivos, más estables; ello da lugar a una dinámica mental sincretística, con estructuras sobresimplificadas que denominamos alucinaciones. Por otro lado, pueden aceptarse funciones cognoscitivas establecidas en órbitas periódicas, que representan obsesiones fijas que pueden corresponder a vórtices emergentes de la actividad preconsciente del pensamiento, y que tendrían su ejemplo en la hipótesis de Freud referente a que distintas fijaciones se mantienen mediante situaciones conflictivas. En el lenguaje de la dinámica abstracta, una situación conflictiva de este tipo representaría una frontera entre el propio deseo y el sentido de culpabilidad, a modo de una derivada separatriz que comprende los subespacios estable e inestable del flujo de pensamiento, y cuyas intersecciones, en condiciones prefijadas, caracterizarían comportamientos genéricos.

Otro ejemplo, esta vez situado en el extremo opuesto del continuo reduccionista, lo representan las ecuaciones de Hodgkin-Huxley de la hipótesis iónica de la actividad neuronal. En este contexto, Fitzhug realizó un estudio más dinámico utilizando técnicas topológicas sobre no linealidades, demostrando la presencia de separatrices que conducen a un comportamiento periódico, a la vez de una separatriz umbral responsable de la respuesta del tipo todo-o-nada característica de la reactividad neuronal. Topología de la que una de las aplicaciones más prometedoras en medicina clínica es la denominada semiología topológica que, basada sobre la teoría de catástrofes elementales ha sido aplicada a la interpretación de imágenes o formas estáticas, radiográficas y registros periódicos del tipo del electrocardiograma.

Retornando al modelo neuronal, ha podido demostrarse en un intento geométrico aún más completo de la dinámica neuronal, que las diferentes formas del funcionamiento cerebral se asemejan a los estados de intermitencia; siendo posible su estudio en el contexto de las ecuaciones de Lorenz. Intermitencia, por su parte, que en el campo de la turbulencia hidrodinámica ha permanecido como un reto a la descripción cuantitativa desde la observación de que las constantes de Kolmogorov no eran representativas en el caso de la turbulencia homogénea. Dentro de la problemática de los sistemas capaces de exhibir un comportamiento caótico o turbulento, su sensibilidad a cambios en las condiciones iniciales es una propiedad importante, que se relaciona con la inestabilidad en el espacio de fases y con la aparición de atractores. En este contexto, la dinámica de un sistema hacia un comportamiento evolutivo o hacia el caos, es un problema fascinante donde el estudio de la función neuronal se ha realizado mediante la teoría de Landau. Teoría que, desafortunadamente, presenta deficiencias marcadas; entre otras, importante en nuestro caso, es su insensibilidad a los cambios en las condiciones iniciales. De igual modo, su incorrección matemática para los análisis de estabilidad de las soluciones dependientes del tiempo y su inadecuación a los flujos turbulentos, son sus limitaciones principales. Por su parte, Manuel García-Velarde ha estudiado las diferentes opciones alternativas a la citada teoría de Landau respecto al tratamiento de la intermitencia y del caos. Debemos recordar que los fenómenos de intermitencia son bastante generales en el comportamiento de diferentes sistemas neuropsicobiológicos, como sucede en diferentes fases del sueño.

Es interesante señalar, por otro lado, que la aparición de orden en los sistemas complejos se acompaña de patrones característicos en sus funciones de distribución, cuyas propiedades de

intermitencia constituyen, como hemos indicado, un gran problema. A este respecto se ha señalado la relevancia de la distribución de Pareto-Levy que aparece como un descriptor válido, en ciertas condiciones, de las dinámicas jerárquicas de los procesos cerebrales. Procesos donde la dimensionalidad geométrica discrimina entre la aleatoriedad y la intermitencia. Intermitencia que es un hecho común de la hidrodinámica, de la astrofísica o de los sistemas de información tanto como del cerebro, y donde comportamientos turbulentos intermitentes alternan con periodos regulares de temporalidad estadística influida por la existencia de ruido.

Debe considerarse, por otro lado, la incidencia de la asimetría en la organización de sistemas críticamente inestables como el cerebro, donde se han señalado similitudes con las formas probabilísticas de una dinámica del tipo fluctuación-disipación. Comportamientos impulsivos y defensivos correspondientes a multiespacios estables e inestables, respectivamente, interaccionan para configurar patrones psíquicos emergentes como fuerzas jerárquicas cerebrales.

Estas características de las respuestas psicofísicas, junto a la íntima relación entre umbral e histéresis de diferentes aspectos de la función cerebral o las dramáticas discontinuidades de los procesos psicológicos y psiquiátricos, hablan de flujos no-newtonianos con propiedades viscoelásticas y de membrana. En estos casos, la dinámica abstracta de los sistemas casi-turbulentos sirve como representación teórica válida de la dinámica cooperativa de los procesos neuronales, a la vez que la estabilidad del sistema puede conseguirse mediante la utilización de exponentes característicos que describen el comportamiento dinámico del mismo y donde los exponentes de Lyapounov ofrecen el marco cualitativo más comprensible de la estabilidad del sistema.

En la línea conceptual expuesta, Knapp ha demostrado una inducción de la estabilidad de los patrones cinéticos de la actividad de la triptófano hidroxilasa cerebral mediante fármacos antidepresivos tricíclicos, y por otro lado, la administración de litio induce un desfase de la actividad del sistema. Para los fármacos antidepresivos se ha señalado su capacidad de inducir el acoplamiento de fase de los procesos neuropsicobiológicos; mientras que el litio desacopla tales interrelaciones cooperativas. Estos resultados soportan la hipótesis que el comportamiento estilístico del hemisferio dominante y el carácter cualitativo de la dinámica temporal del sistema, interaccionan para configurar los aspectos globales responsables de la personalidad humana y su estabilidad. Desde un nivel filosófico, la intermitencia representa dos estados disjuntos alternativos, mientras que la transitividad métrica solo uno. El poder clínico-terapéutico del placebo y la confianza en el médico pueden representar formas funcionales de la unidad topológica de la transitividad métrica.

El conocimiento actual en neuropsicofarmacología, neuroanatomía y comportamiento señala que el cerebro de los mamíferos presenta una asimetría generalizada aunque limitada, y que se exagera, por ejemplo, en determinadas psicosis. Parece que existe algún grado óptimo de asimetría para que tenga lugar una función cerebral normal, pues una simetría perfecta no proporcionaría al cerebro la suficiente riqueza computacional para resolver problemas espaciales; al contrario, una asimetría muy marcada afectaría al control motor. La teoría general de sistemas proporciona la herramienta adecuada para intentar comprender al cerebro como un sistema asimétrico, funcionalmente unitario, cuya desorganización conduce a situaciones excepcionales. Ruptura de la simetría que tiene su máxima expresión en la geometría fractal, aplicable a problemas de superficie-volumen de la conformación del organismo. Ello tanto a nivel macro como microscópico. Farmer, por su parte, aborda la problemática de la dimensión fractal en los sistemas dinámicos caóticos, tales como la evolución, el proceso de bioelectrogénesis cerebral o el pensamiento creativo.

Esta dinámica de sistemas, basada sobre el análisis de cómo su estructura genera comportamiento, entronca de manera especial con la teoría cualitativa de las ecuaciones diferenciales, fundamentalmente la relacionada con la teoría de las bifurcaciones y catástrofes así como con la formación de estructuras espacio-temporales, en las que el carácter cualitativo y la no linealidad son las características fundamentales. La teoría de sistemas concierne, por tanto, a problemas de complejidad organizada e intenta comprender las propiedades y principios de la totalidad. Por ello, la organización y jerarquización es el objetivo de la teoría y en íntima relación con el concepto de sinérgica, teoría propuesta por Haken y que descansa sobre los conceptos, ya casi paradigmas, de las ecuaciones de evolución, inestabilidad, dominancia, parámetros de orden, formación de estructuras e inestabilidad de jerarquías. La contrastación experimental de la hipótesis planteada ha permitido definir tres parámetros principales de funcionamiento cerebral que denominamos: acoplamiento interhemisférico, inhibición interhemisférica y activación hemisférica, que definen las propiedades de lateralidad y especialización hemisféricas. La asimetría cerebral representa una facilitación a la adaptación biológica tanto por parte del comportamiento espacio-temporal, antes indicado, como del comportamiento emocional y que son universales para toda la escala animal.

Desde la hipótesis, la asimetría cerebral podría buscarse en acontecimientos deterministas ancestrales basados sobre el azar. Los mecanismos clásicos propuestos para la transición desde la geoquímica racémica a la bioquímica homoquiral en el proceso evolutivo terrestre se adscriben, generalmente, al proceso fortuito de la elección de una determinada conformación de los componentes básicos en sistemas autorreplicativos. La violación de la simetría en interacciones neutras débiles da lugar a una diferencia de energía entre una molécula quiral y su isómero especular; ello es suficiente para romper la simetría quiral de secuencias de reacciones racémicas autocatalíticas en sistemas abiertos de no equilibrio. Desde aquí hasta la asimetría cerebral existe un largo camino, pero ofrece una base de partida para un discurso interpretativo.

Todo ello enmarca, hasta aquí, la incidencia de lo físico de la Medicina. Pero, ¿cuál ha sido la aportación de lo físico en la Medicina?

Un clínico entrenado utiliza de manera característica instrumentos de medida de manera no objetiva. En todos los casos, la modulación macroscópica de la señal canalizada por el aparato no se utiliza para crear una premisa de razonamiento sino que llega a ser parte integral del cuerpo subjetivo del clínico como una nueva estructura trascendente, o una nueva forma de conocimiento tácito. La apropiación de la tecnología por el clínico se denomina un cambio hermenéutico; esto es, los signos que funcionan como premisas para el inexperto se convierten en funciones para el experto. Ello no es sino un cambio en el papel jugado por los signos en relación a su utilización como transportadores de significado. Una actuación experta en el encuentro clínico implica modos de observación e interpretación, por parte del clínico, que van más allá de la experiencia ordinaria y, a menudo, más allá de la experiencia del investigador experimental. Pero debe destacarse que el acceso a nuevos horizontes observacionales no está en función de la comprensión científica básica que tenga el clínico sino en función del apropiado diseño tecnológico que la ciencia básica aporte a la instrumentación de aplicación clínica. En la clínica, por tanto, la herramienta intermediaria del conocimiento, no es la ciencia básica sino la tecnología sobre ella basada. La diferencia entre la que podríamos denominar ciencia clínica y ciencia básica es la diferencia entre sujeto y objeto. El médico, en cuanto clínico, es ciencia subjetiva, mientras que el científico básico tiene ciencia como una posesión objetiva.

La imagen científica de la enfermedad se complementa por la imagen manifiesta del estar enfermo. Ello hace que haya de considerarse a la ciencia clínica en el marco de ambas; situación que ha

forzado un intento de objetivar tales imágenes. Intento del que ha surgido en estos últimos años, por convergencia de métodos diferentes, en un ambiente multidisciplinar con un interés común, el concepto de imagen en medicina, que está revolucionando no sólo los métodos de diagnóstico sino la propia Medicina en sí. Ello dentro, a su vez, de lo que se ha denominado revolución icónica de nuestra cultura, y que en su aplicación clínica está representada por la tomografía computarizada, espectroscopía e imagen por resonancia magnética, y las técnicas en puertas tales como la magneto-hidrodinámica, la posibilidad de obtener imágenes de resonancia magnética de protón mediante la utilización del campo magnético terrestre, y las aplicaciones de la holografía en sistemas *in vivo* basada sobre fuentes láser.

LO NATURAL. TALES indicó que «*todo es agua*». El paradigma actual ha sufrido alguna modificación: «*todo es ADN, todo es evolución y biología molecular*». El conocimiento científico, creación humana, se estructura en dos grandes sistemas: el exacto y el físico. A través de ellos intenta comprender la naturaleza en la que se encuentra situado. En el contexto del presente discurso, el conocimiento natural de la Medicina permitirá la interpretación de fenómenos de la realidad biológica de acuerdo con los dos paradigmas apuntados: la evolución biológica y la biología molecular o teoría sintética del proceso evolutivo. Por otro lado, la aplicación del conocimiento natural, biológico, en la Medicina proporcionará una herramienta de un valor incalculable tanto en el proceso diagnóstico como terapéutico de la enfermedad. Terapéutica que si bien puede apoyarse en diferentes diseños de ingeniería mecánica, sólo incide sobre la propia realidad natural cuando afecta a la naturaleza biológica en sí, pues en tal caso, el hecho terapéutico se confunde con el propio conocimiento del mismo. La bioingeniería, que no es sino una faceta de la biología molecular, hace que el conocimiento teórico se confunda con el conocimiento práctico. El conocimiento natural de la Medicina se imbrica en la práctica de la misma. Teoría y realidad se unifican.

Las teorías físicas de la estructura cerebral nos ofrecen el marco formal de los tres hechos característicos del funcionalismo del mismo en cuanto sistema: la unidad de conciencia, la especialización hemisférica y la integración interhemisférica. Los hallazgos constatados en las situaciones de comisurotomía cerebral, donde cada hemisferio desarrolla un comportamiento global comparable al comportamiento del sistema total, pudiera representar uno de los extremos de un continuo, donde el otro extremo estaría representado por aquellas patologías de la conducta para las que los diferentes indicadores lingüísticos, perceptuales y bioquímicos señalan una asimetría funcional extrema entre los hemisferios. Alteraciones neuropsiquiátricas, también explicables por otro lado, por una alteración en la comunicación interhemisférica.

Quedaría de este modo planteada la hipótesis de la formalización pretendida del sistema cerebral respecto a los aspectos genéticos o inherentes de su estructura y función. Pero hemos insistido que es imposible la disociación entre dichos factores genéticos y los ambientales; a la vez que los aspectos evolutivos, íntimamente relacionados con los primeros, nos han de permitir completar el conjunto de interrelaciones conceptuales que presiden este discurso.

Protomentalización, mentalidad emotiva y mentalidad racional son las formas básicas del funcionamiento cerebral que conforman la unidad de jerarquía evolutiva. Jerarquía que junto a su diferenciación tanto anatómica como bioquímica y a la integración física del sistema, ofrece un marco teórico donde la desestructuración, anatómica o funcional, de los diferentes niveles organizativos aporta un marco explicativo de las posibles patologías del sistema. La esquizofrenia, por ejemplo, conjunta problemas de jerarquización con alteraciones de la estructura, y donde inciden tanto nuestra historia evolutiva como la experiencia adquirida, así como la identificación de condicionantes ambientales. En todo ello, la cultura, producto del ingenio humano, aparece como un factor de presión tanto en el extremo genético como en el ambiental.

La hipótesis de encuadrar el funcionamiento cerebral en cuanto una estructura de comportamiento, en el panorama de la evolución biológica, implica construir un modelo sobre la idea de que todos los seres vivos deben alcanzar ciertos fines a efectos de asegurar la supervivencia; fines que no son sino objetivos concretos a lograr mediante estrategias en los patrones de conducta. Estructuras, comportamientos y estrategias son los componentes primarios del modelo, donde la teoría de la decisión incorpora un mecanismo de objetivación que intenta asegurar el maximizar la adaptación prospectiva. Ahora, el componente cultural aparece como un condicionante eminentemente conservador de la presión evolutiva, sobre la base de elementos de transmisión de información. Información disponible que sugiere que la enfermedad psiquiátrica reduce la capacidad del individuo para lograr objetivos e interferir, por tanto, con el proceso de adaptación biológica.

Los datos anteriores se relacionan, de manera directa, con las teorías esquizológicas de McLean, donde diferentes comportamientos aparecen gobernados por estructuras cerebrales ancestrales, y donde los modos de comportamiento característicos de tales estructuras, tales como la demarcación del territorio, comportamiento isopráxico o ritual, etc., emergen en el sustrato de la enfermedad psiquiátrica a modo de una alteración en la jerarquización evolutiva de las estructuras cerebrales. De igual modo, debemos tener en cuenta que la flexibilidad de convertir comportamientos en estrategias es lo que caracteriza a las diferentes especies, y ello depende de una compleja interacción de contribuciones genéticas, imitación y aprendizaje consciente; ello, imbricado a su vez, en una trama de condicionantes ambientales, donde el enfoque biológico de las relaciones perinatales del individuo con su entorno, ofrecen una aplicación clínica inmediata. Sin embargo, son la metodología y la epistemología de la etología, más que su propio contenido, las que pueden llegar a ser de mayor utilidad en la medicina.

Las neurociencias aparecen, de este modo, como un concepto integrador de la máxima actualidad. Francis Crick señala que ningún estudio científico tiene mayor importancia para el hombre que el estudio de su propio cerebro, y Kornberg sugiere que la química domina el proceso biológico de su funcionalidad; química, cuya compleja estructuración en una intrincada red de sistemas bioquímicos, añade una nueva dimensión a la función cerebral.

El enfoque bioquímico apuntado pretende la definición de marcadores biológicos o endofenotipos, que situados más próximos al condicionante genético inicial que los complejos síndromes clínicos o exofenotipos, proporcionen índices de discriminación más fiables. Desde ésta referencia, los trastornos neuropsiquiátricos como otras patologías, pueden agruparse en tres categorías: mutaciones puntuales, sobre las que surgió la denominada psiquiatría ortomolecular de Linus Pauling; las anomalías, en segundo lugar, que implican duplicación o delección de parte del genoma, y en tercer término, aquellas que se caracterizan por una zona de fragilidad que afecta a un punto específico de uno u otro cromosoma. Es ejemplo de éste último caso, la situación representada por el denominado cromosoma X frágil que acompaña a alteraciones mentales, una situación en la que la localización del sitio de debilidad permite especular que corresponde al lugar de inserción de material recombinante entre los cromosomas X e Y durante el proceso de especiación humana. En cualquier caso, la idea de un diagnóstico, desde el genotipo hacia el fenotipo, es una meta hoy todavía lejana y donde la tecnología del ADN recombinante aparece como protagonista.

Retornando al concepto de vulnerabilidad introducido durante el planteamiento formal del sistema nervioso que hemos estado reclamando a lo largo del discurso, con el fin de introducir un concepto integrador en cuanto que dirige su atención a la contribución de las variables ambientales, debemos contemplar la característica de la plasticidad cerebral. Este proceso depende, en gran parte, de la influencia ambiental mediada a través de señales que inciden en el procesamiento de la información

genética; proceso de información que implica transmisión sináptica mediante neurotransmisores y cuya especificidad bioquímica sirve de sustrato a la psicobiología; un contexto, donde el proceso macroscópico referido como memoria consiste en una serie de acontecimientos microscópicos que se han intentado identificar con cambios moleculares.

Sabemos hoy que los biopolímeros existen en estados dinámicos que implican transiciones conformacionales entre diferentes niveles de energía. En el caso del ARN implicado en los procesos de plasticidad neuronal indicados, que soportan el fenómeno de memoria; tales estados dinámicos dependen de la interacción entre dicha macromolécula y el campo eléctrico neuronal de activación, y consisten en una disminución transitoria y reversible del orden estructural. Dado por otro lado, que la capacidad de codificar secuencias polipeptídicas es una función inversa de la cuantía del orden estructural de los polinucleótidos, puede aceptarse que la secuencia de acontecimientos desencadenado por el cambio en el campo eléctrico sináptico origina un proceso de biosíntesis. Por otro lado, el proceso exige un incremento en la conectividad sináptica; ello inicia una multitud de reacciones químicas intracelulares, a la vez de una reorganización de la síntesis de macromoléculas sujeta a influencias ambientales complejas. Este modelo de conectividad, progresiva y cambiante, puede representar diferentes fenómenos caracterizados por diferentes grados de cooperatividad. Modelo que se complementa, al menos en parte, con la participación de determinados neurotransmisores que conectan con otro sistema de memoria, el sistema inmunológico; interrelaciones que han conducido al desarrollo de la denominada psicoimmunología.

Por último, la posibilidad de modulación farmacológica así como la accesibilidad de los diferentes sustratos químicos del sistema nervioso mediante técnicas de bioingeniería o a través de anticuerpos monoclonales, unifica, tal como señalamos, la teoría natural, biológica, de la Medicina, con su aportación en la misma.

La presente discusión, ya a su término, se ha fundamentado sobre un trípode conceptual y metodológico, lo exacto, lo físico y lo natural, y ha buscado una proyección médica de las ciencias en un intento de comprender los acontecimientos, objetivos y subjetivos, que la caracterizan. La conclusión entronca con el punto de partida, que utilizando el planteamiento de Schrodinger, podemos resumir en un ¿qué es la Medicina? La proyección reclamada, tras un ir y venir desde lo formal a lo natural, y desde lo natural a lo formal, nos encamina hacia una aristomedicina en el sentir de la Aristobiología de MUNICIO, que pretendemos nos saque de la duda, metodológica y epistemológica, de la medicina en cuanto medicina científica, no en cuanto una ciencia médica; pero lejos de un reduccionismo cualitativo, sino sobre la base de una síntesis conceptual reflejada en el método de Goethe.

Comenzamos éste discurso con el convencimiento de que la Medicina es una teoría práctica de la realidad humana. Añadamos ahora, que la Medicina es, además, una encrucijada de aplicación y comprobación de conocimiento de acuerdo con el anarquismo epistemológico de Feyerabend, contrario, por tanto, al sentido de especialización como finalidad.

Espero que este intento de integración multidisciplinar del conocimiento no desemboque, por falta de confianza o por la acción no compensada de diferentes tensores externos, en el sentir del Alastor de Shelley «... *partió en busca de extrañas verdades en tierras sin descubrir...*».

Paz y Bien.