

Anal. Real Acad. Nal. Farm., 2003, 69:

————— *Revisión* —————

La Farmacia: de la Física a la Biología. La existencia de “fantasmas”^{*}

FRANCISCO GONZÁLEZ DE POSADA

Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia

RESUMEN

El problema científico y filosófico de la independencia o no de la Biología respecto de la Física constituye una constante histórica desde el establecimiento de ambas disciplinas como ciencias modernas. En este trabajo se aborda el problema, según su desarrollo en la segunda mitad del siglo XX, desde una perspectiva disciplinar, con el recurso literario de los “fantasmas” introducido por Schrödinger y en un marco de referencia bidimensional: con una coordenada histórica y otra coordenada española.

Dos modos opuestos, aunque convergentes, han florecido a lo largo de la historia: el *expansionismo* de la Física sobre la Biología y el *reduccionismo* de la Biología a la Física. En el momento presente dominan en Biología el *reduccionismo genético* y el *reduccionismo molecular*.

La conclusión es clara: el conocimiento de la constitución estructural matérica — o de los elementos constituyentes de un sistema— no es suficiente para el conocimiento pleno del sistema complejo con sus relaciones intrínsecas y su conducta en y ante el ambiente. Esto no sólo se constata en la Biología sino también en la Química e incluso en la propia Física.

Palabras clave: Reduccionismo.— Mecanicismo.—Farmacia.— Física— Biología.— Erwin Schrödinger.— Julio Palacios.— Severo Ochoa.

^{*} Texto reducido del *Discurso de recepción* como Académico Correspondiente en la Real Academia Nacional de Farmacia, leído el día 14 de noviembre de 2002

SUMMARY**Pharmacy: from Physics to Biology. On the existence of “phantoms”**

The scientific and philosophical problem about the dependence or independence of Biology from Physics constitutes a historical constant since the initial founding of both disciplines as modern sciences. The development of the problem along the second half of twentieth century has been taken as a guide for this study. The perspective chosen is that suggested by the nature of both scientific disciplines, and it is made through the literary recourse to the “phantoms” introduced by Schrödinger. The frame of reference is two-dimensional: with historical and Spanish coordinates.

Two opposite but convergent attitudes towards this issue have flourished along history: the *expansionism* of Physics towards Biology, and the *reductionism* of Biology to Physics. At the present moment *genetic reductionism* and *molecular reductionism* are governing in Biology.

The conclusion is sound: the knowledge of the structural constitution of matter - or of the elements which constitute a certain system- is not enough for knowing the complete complex system, with its intrinsic relationships and its behaviour in and at the face of its environment. This is confirmed not only in Biology but in Chemistry and even in Physics as well.

Key words: Reductionism.— Mechanicism.— Pharmacy.— Physics.— Biology.— Erwin Schrödinger.— Julio Palacios.— Severo Ochoa.

<<Es de suponer que la física actual no sea bastante para explicar todos los fenómenos biológicos; pero si se descarta de antemano la existencia de “fantasmas”, se da por supuesto que toda la biología quedará dentro de la futura física.>>

(Julio Palacios, “De la Física a la Biología”, 1947)

1. El problema objeto de estudio.

¿Dónde? ¿Cómo? ¿Con quién? ¿Por qué surge el problema? La vuelta definitiva a España de Severo Ochoa tuvo lugar en 1986. Hacía poco que se había fallado el Premio Nacional de Investigación Científica “Santiago Ramón y Cajal” (1), único Premio Nacional entonces existente junto al Cervantes y en su primera edición, que se concedió de forma compartida a Severo Ochoa y Xavier Zubiri. También acabábamos de editar *Xavier Zubiri: Breve recorrido de una vida*, de Carmen Castro, biogra-

fía (2) excepcionalmente bella además de documentalmente rica. Las relaciones con Carmen Castro –*bocadillo*, decía ella, entre su padre Américo Castro y su esposo Xavier Zubiri- se intensificaron y con ella de anfitriona entré en relación con Severo Ochoa. Esta solemne ocasión presen-tiza entrañables recuerdos y renueva el encuentro con sus ideas en franco diálogo y tenso debate.

A mí me había sorprendido sobremanera la expresión del biólogo molecular asturiano tan suya, por radical y reiterada, de que <<hasta el amor se explicará desde las partículas elementales>>. El amor, considera-do aquí como la máxima manifestación en complejidad de un fenómeno biológico; las partículas elementales, las de la Física (en esos momentos y ahora, básicamente, las consideradas como constituyentes últimos de la materia, quarks y gluones). Por otra parte, en el *Discurso inaugural* del curso 1997 en esta Real Academia, Rodríguez Villanueva recuerda en sus *Impresiones sobre Severo Ochoa* otras expresiones de sentido cualitati-vamente análogo aunque en otros dos niveles menos extremos: <<la pa-sión que vivía Severo Ochoa cuando, según sus palabras, “pretendía com-prender la vida a nivel molecular”>> (3) y, en otro lugar, <<manifestaba su convicción de que “lo que funciona en la vida es la física y la química, nada más”>> (4). En mi condición de modesto profesional de la Física, “increyente” en numerosos aspectos de los que presume el conocimiento actual de mi ciencia, un Premio Nobel en Biología, se me manifestaba con absoluta convicción, y continúo con palabras mías, como “creyente” de hecho en que la Biología sería pronto un capítulo más de la Física. Sobre el tema hablamos en Madrid y durante nuestra estancia en San Sebas-tián siempre con Carmen Castro como testigo, amiga común y aproxima-dora. Nunca salí de mi asombro. Muchas veces he pensado en el proble-ma pero quedándome en dos aspectos marginales y superficiales: 1ª) La necesidad personal de reflexionar sobre él; y 2ª) ¿Cómo don Severo po-dría pensar así, siendo que a mí me repugnaba la idea? Desde entonces había considerado la reflexión sobre el tema como una asignatura pen-diente.

El honor que me concede esta Real Academia Nacional de Farma-cia me ha impelido a enfrentarme, por fin, con el problema. Sobre él pre-tendo reflexionar.

¿Cómo lo enunciamos de manera explícita? Puede expresarse, con más rigor, mediante un breve catálogo de preguntas con algunas consideraciones complementarias.

1ª. *Desde la Física*: la Física ¿engloba la Biología?, ¿integra a la Biología? Esta orientación en su afirmación de raíz filosófico-científica condujo, como veremos, a lo que denominaré el *expansionismo* de la Física, actitud que considero pretensión, ilusión, utopía, desvarío.

2ª. *Desde la Biología*: la Biología ¿es ciencia diferente de la Física o sólo un capítulo de ésta?, ¿tiene leyes distintas –otras- o no? Esta otra orientación, en la hipótesis integradora y también en su raíz filosófico-científica, se conoce en la actualidad, aunque referida sólo al ámbito de la propia Biología, como *reduccionismo*, en la creencia de la total explicación de lo compuesto o/y complejo en función exclusiva de los componentes o supuestos únicos constituyentes básicos. En esta orientación nuestro admirado Ochoa se nos presentaría como *extremista* por extender sus creencias reduccionistas mucho más allá de los límites mínimos de lo considerado Biología, traspasar los tradicionales de la Química y apuntar en su reduccionismo a lo más reduccionista de la propia Física, las partículas elementales, presupuestamente las últimas que, en su caso, se encontraran como resultado final no ya necesariamente de la investigación humana por venir sino de la realidad radical de la Naturaleza.

3ª. Con más precisión aunque en forma extensa: ¿En el conjunto determinado por las partículas elementales, las constantes físicas y las leyes físicas que se conocen o se refieren al ámbito actualmente considerado como Física está “escrito” todo lo existente en el Cosmos y todo funcionamiento en/de él ... o hay fenómenos que verifican otras leyes o introducen unos mecanismos que de ninguna manera se pueden explicar mediante las referidas leyes físicas? Estas “nuevas leyes” o “novedosos mecanismos”, en el caso de existir, fueron considerados en la época que ya he avanzado que denomino *expansionista* de la Física como “fantasmas”, figura que se introduce en el marco de la literatura, la ciencia ficción y el misterio tan propios de la ciencia del siglo XX, especialmente de la Física (5).

2. Orientación: perspectiva *disciplinar*

“La Farmacia: de la Física a la Biología” (6) es el título elegido para este discurso de recepción como Académico Correspondiente en esta Real Academia Nacional de Farmacia. El tratamiento de la expresión “de la Física a la Biología” puede hacerse desde diferentes perspectivas. Tres se me presentan con especiales atractivos, que denomino, respectivamente, *disciplinar*, *cósmica* y *metafísica*.

La **perspectiva disciplinar** es la que parece reflejar la expresión titular de referencia en una primera impresión: la consideración de la Física y de la Biología como dos ciencias de la Naturaleza. Destaco el uso de mayúsculas para la designación de las disciplinas científicas.

La **perspectiva cósmica** se refiere propia y directamente a la historia del Cosmos: naciente en el *Big bang* como física y sólo física y evolucionando como sólo física hacia la química ... para posteriormente surgir y desarrollarse en la Tierra –y quizás en otros lugares en otros momentos- ese misterio actual que es la Vida, es decir, biología.

La **perspectiva metafísica** se refiere también a la historia del Cosmos, a su evolución, pero estudiada filosóficamente, al modo como lo hizo Zubiri en su *Estructura dinámica de la realidad* (7).

En esta ocasión he optado por la perspectiva *disciplinar*. Por ello “de la Física a la Biología” se refiere al ámbito científico que ocupa el intervalo que delimitan como extremos dichas disciplinas científicas, que desde hace más de veinte siglos y con más o menos precisión en sus objetos, en sus contenidos y métodos, se han denominado, respectivamente, Física y Biología.

3. El recurso a los “fantasmas”

¿Por qué los “fantasmas” pueden participar en una reunión científica tan solemne?. En la plenitud de su gloria, superado el trauma del exilio asociado a la persecución nazi y definitivamente establecido en Dublín, Erwin Schrödinger, el creador de la Mecánica ondulatoria en 1926, la versión continuista de la Física Cuántica, y premio Nobel (con Paul Dirac) de Física de 1933, dictó, en plena Guerra Mundial, en febrero de 1943, en el *Institut for Advances Studies* del *Trinity College* de Dublín unas conferencias que se publicaron con el título *What is life? -¿Qué es la*

vida?- por Cambridge University Press en 1944, libro extraordinario que se convirtió en clásico, tuvo siete ediciones de Cambridge y se reeditó numerosísimas veces en diferentes lenguas.

En el último capítulo (8) “¿Está basada la vida en las leyes de la Física?” y en el primer párrafo de éste, “Nuevas leyes que pueden esperarse en el organismo”, escribe:

<<Un ingeniero familiarizado sólo con máquinas de vapor, después de examinar la constitución de un motor eléctrico, estaría dispuesto a decidir que éste funciona de acuerdo con principios que todavía no entiende [...] Por el hecho de que se ponga a girar conectando un conmutador, sin tener caldera ni vapor, no supondrá que un motor eléctrico está impelido por un fantasma>>.

El físico español Julio Palacios glosa y critica la obra del Nobel en su *De la Física a la Biología* en 1947 (9) dando a conocer, indirectamente, las ideas de Schrödinger en el entonces cerrado ámbito intelectual español de los años 40. Y escribe, mejor continúa escribiendo, acerca de los “fantasmas”. Así, para recordar la cita de Schrödinger:

<< ... no se le ocurrirá al ver que la dínamo empieza a rodar sin más que dar vuelta a una llave, sin horno ni vapor, que hay un “fantasma” que la hace marchar>>. (10).

Y de manera más directa y más apropiada para el tema que nos reúne:

<<Cuando describe Schrödinger tan acertadamente la actitud de un ingeniero termodinámico al contemplar por vez primera una central eléctrica, afirma que no se le ocurrirá pensar que hay allí un fantasma, sino que opinará que hay algo que, una vez conocido, constituirá un nuevo capítulo de la física, y los hechos le dan la razón.

De un modo análogo, es de suponer que la física actual no sea bastante para explicar todos los fenómenos biológicos; pero **si se descarta de antemano la existencia de “fantasmas”, se da por supuesto que toda la biología quedará dentro de la futura física.**>> (11).

Es verdad que tanto Schrödinger como Palacios, hombres reflexivos y físicos eminentes, fueron *expansionistas*, como veremos, pero exageradamente *moderados*; ni uno ni otro, que ahuyentaron los “fantasmas” de la Física, negaron su existencia como imágenes de la novedad radical que suponía el tránsito de la Física a la Biología.

Los “fantasmas” representarían, pues, en su caso, no ya las nuevas constituciones estructurales de la materia sino sobre todo nuevas constantes, nuevos procesos, nuevas leyes inexplicables por y desde la Física, y que explicaran *por qué* esas constituciones (y no otras) con esas propiedades intrínsecas (y no otras) y con esas conductas (y no otras), y en alguna medida en función, claro está, en su caso, de los constituyentes integrantes independientes.

El tránsito de las leyes físicas a las biológicas significaría la aparición de “fantasmas”, la progresiva constitución de materia de mayor complejidad sería también obra de “fantasmas”, así como su funcionalidad intrínseca y su conducta extrínseca, en relación con el medio.

Yo me confieso: soy físico pero creo en los “fantasmas”, porque se me presentan en la propia Física, donde también existen muchos y diversos aunque pueden ser considerados, a mi modo de ver, en comparación, sólo como “fantasmitas”.

4. Dos dimensiones: *histórica* y *española*

Planteado el problema y elegido, en la presente ocasión, un solo punto de vista, la perspectiva disciplinar, lo enmarcaré exclusivamente en dos dimensiones: una *dimensión histórica* y otra *dimensión española*, ambas muy familiares para mí.

4.1. La dimensión histórica: del *expansionismo* de la Física al *reducionismo* de la Biología

La *dimensión histórica* envía su luz sobre el intervalo del siglo XX, enfocando especialmente los subintervalos de las décadas de los 30 y 40 y del entorno del año 2000; si se quiere, historia de la ciencia de la segunda mitad del siglo XX (12).

4.1.1. Los años 40. En el “fin” de la Física y “orto” de la Biología: el *expansionismo* de la Física

La Física ha alcanzado supuestamente su “fin” en los primeros años 30: reconocimiento de las teorías especial y general de la Relatividad, establecimiento de la Física cuántica “definitiva”, convicción generalizada de la expansión del Universo, y descubrimiento del neutrón como última partícula elemental conocida para explicar “por completo” la constitución de la materia; sólo le quedan flecos, insisto, supuestamente. Las Física atómica y nuclear permiten conocer, se piensa que total y definitivamente, la estructura íntima de la materia.

En estos años 30, en la *desatada crisis de fundamentos* y al hilo de la integración por absorción de la teoría de Newton (modelo máximo de ciencia hasta primeros del siglo XX) por la teoría de Einstein, se genera una actitud, obviamente extrema a mi parecer, promotora de un movimiento de “Unidad de la Ciencia”, de aspiración a una “ciencia única”, basado en la creencia de que todas las ciencias (de la Naturaleza) serían (deberían ser) *reducidas* a una superteoría (que obviamente pertenecería al campo de la Física). Al menos desde la perspectiva disciplinar que hoy nos reúne este proceso no es propiamente de reducción del resto a la Física sino que se manifiesta claramente como de expansión de la Física, pretendiendo dominar los ámbitos de la Química y de la Biología; por eso lo denomino de *expansionismo* de la Física.

En 1945 se producen las explosiones de las “bombas atómicas” sobre Hiroshima y Nagasaki, donde se dan cita conjuntamente los conocimientos de la joven Física nuclear y la predicción de la Relatividad especial sobre la transmutación masa-energía, $E \leftarrow mc^2$, en el sentido indicado por la flecha.

En estos momentos está amaneciendo un nuevo día para la Biología, su “orto” surge por la identificación del ADN como substancia o *material hereditario* en 1944, lo que significó, según Lacadena (13), el parto –nacimiento– de la Genética en tanto que <<ciencia que estudia el material hereditario bajo cualquier nivel o dimensión>> (14).

En este contexto de radical novedad biológica llama la atención el interés que estos descubrimientos despiertan en los físicos, tanto que al mismo tiempo que los biólogos se enfrentan directamente con ellos, los

físicos reflexionan desde sus conocimientos. En los próximos párrafos hablaremos de manera relativamente extensa de dos figuras ya citadas, Schrödinger y Palacios, y de dos de sus obras, *What is life* (1943-4) y *De la Física a la Biología* (1947), en fechas que en todo caso pueden considerarse como exageradamente tempranas, sobre todo desde la Biología, pero que responden al ambiente exitoso que respira la Física.

Considérese, pues, en síntesis, el *expansionismo* de la Física como la pretensión y la ilusión de ésta por explicar, con sus leyes, hasta la Biología.

4.1.2. La actualidad. En un “ocaso” de la Física y “esplendor” de la Biología: el *reduccionismo* de la Biología

Concentremos ahora la luz en la actualidad, es decir, en la transición secular, años 90 del siglo XX y estos iniciales del siglo XXI.

La **Física** ha alcanzado cotas sorprendentes. La Física de partículas elementales y/o de Altas energías se complementa aceptablemente bien con la Astrofísica y la Cosmología de los primeros tiempos del Universo. No obstante, la Física está en crisis.

Entre los entornos de 1940 y de 2000 la Física, a pesar de sus desarrollos y de sus grandes éxitos, ha perdido su papel estelar; Einstein y Planck, en las dos primeras décadas y Heisenberg, Schrödinger y Dirac en la tercera no han encontrado sucesores, no de su talla –que esto son sólo maneras de hablar- sino de la originalidad e importancia de sus contribuciones.

Pero entre dichos entornos del 1940 y del 2000 la Biología ha proliferado, ha realizado experiencias y vivencias radicalmente nuevas y numerosísimas. Está en fase de esplendor. Aunque sepa muy poco respecto de lo que cree que puede saber, que va a conocer pronto, está joven y exuberante de salud. La actualidad no tiene un nombre sino muchos: Bioquímica, Biología molecular, Biología del desarrollo, Genética de organismos, Citogenética, Genética molecular, Genética evolutiva, Genómica, Transgénesis, Clonación, Terapia celular, Terapia génica, Genómica estructural, Genómica funcional, Genómica comparada, Proteómica, Medi-

cina genómica, Farmacogenómica, Biotecnología, Ingeniería genética, etc., etc.

Está, como he dicho, en fase de esplendor. ¡Bien! Pero ¿son ciencias independientes? ¿Lo es la Biología como unión,nexo, de ellas en lo que tienen de ciencia? ¿Están dispersándose a la espera de que la Física las reúna y las someta?, ...

A lo largo de este período, segunda mitad del siglo XX, ha surgido una cultura científica biológica que se ha denominado reduccionista. Este *reduccionismo* de la Biología presenta un tipo *intrínseco* que me atrevo a denominar *reduccionismo débil* y que acabaría, por ejemplo, en las biomoléculas, pero presenta también otro tipo que en su expresión e interpretación más radical considera que la Biología es reducible a la Física, al que llamo *reduccionismo fuerte o extremo* y que acabaría, como anuncié, en las partículas elementales de la Física.

4.2. La dimensión española: Schrödinger, Palacios y Ochoa

El tratamiento del problema desde la perspectiva disciplinar deseo que tenga otra dimensión complementaria de la histórica, con la que me encuentro intelectual y psicológicamente comprometido: una *dimensión española*. En el páramo de las citas de españoles a científicos y filósofos españoles vengo sembrando, obviamente no en solitario y además con la ayuda de los colaboradores más íntimos, semillas de españolía. Yo lo tengo por costumbre. Y siempre con la esperanza de que sirva no sólo como testimonio personal sino, perdónese en nombre de los citados y los por citar, como ejemplo a imitar.

En el tema que nos ocupa hoy dos de ellos desempeñan papeles relevantes: Julio Palacios y Severo Ochoa. Un tercero se les une, Erwin Schrödinger, que por sus presencias en España y relaciones con Blas Cabrera puede españolizarse. Así, ciertamente, el gran problema que estudiamos tiene una apreciable dimensión española que deseo destacar.

Erwin Schrödinger quiso incorporarse a España pero no fue posible. También sugirió a Cabrera, durante el exilio de éste en Francia, la creación en algún país de la América española de un Instituto de Física que codirigieran ellos: Cabrera lo experimental y Schrödinger lo teórico.

En este contexto, pues, hablar de Schrödinger es hablar de algo español. Ocupa aquí lugar importante porque, en esta perspectiva disciplinar y desde estas dimensiones histórica y española, representa el punto de partida en el tratamiento hoy de la cuestión enunciada. Precisamente en 1944 se publicó su libro, famoso, *What is life?* (15).

Gran físico, uno de los creadores de la “nueva” física, premio Nobel con Paul Dirac en 1933, se atreve no sólo a formularse una pregunta aún sin respuesta adecuada, sino la pregunta fundamental de la Biología y en este caso de la “no Física” ... y darle tratamiento desde la Física. La obra causó asombro y grata sensación y gran difusión. Llegó a la cerrada España y lógicamente a **Julio Palacios**, la máxima autoridad científica en la época, ya Académico Numerario de Ciencias y de Medicina, quien recibe el libro del <<genial fundador de la moderna mecánica de ondas, muy conocido entre los físicos españoles, porque en diferentes ocasiones ha sido nuestro huésped y nos ha favorecido con las primicias de algunas de sus publicaciones>> (16). Y Palacios entra de lleno a participar en la búsqueda de respuesta a esa capital pregunta.

El libro de Schrödinger de 1944, *What is life?*, lo conoció pronto Julio Palacios y como consecuencia y con referencia a él publicó en 1947 el libro de título “De la Física a la Biología”, que constituye, con el anterior, el otro de los pilares del presente trabajo.

Dos caminos conducen a Schrödinger y a Palacios *de la Física a la Biología*: uno, la Mecánica cuántica; otro, la Termodinámica. Así, Palacios, divide su *De la Física a la Biología* en dos partes: primera, “La mecánica cuántica en los procesos vitales”, y segunda, “Termodinámica de los organismos”. Dos capítulos, dos teorías de la Física, netamente distintos: por sus magnitudes, por sus leyes, por sus referentes, por sus objetos, por sus métodos, por sus trasfondos filosófico y matemático. Dos ámbitos radicalmente distintos, dos partes de la Física “consagradas” suficientemente; de hecho son dos ciencias diferentes pero ambas se integran en la disciplina Física: la una estudia la estructura de los corpúsculos, la otra los procesos macroscópicos de la Naturaleza; la primera, constitución última de la materia, y la segunda (propiamente) los fenómenos de la Física clásica.

Ambos manifiestan, como científicos de su tiempo, etapa gloriosa de la Física, la pretensión de la Física de no sólo ser la ciencia fundamental y la ciencia por excelencia sino la de ser la ciencia total y única. Pretensión, utopía, ilusión. Pero sabios y críticos sólo son expansionistas moderados. Dudan de la existencia de “fantasmas”, ... desean que no existan, ... pero “saben” que existen.

Severo Ochoa recibió con Arthur Kornberg el Nobel de Medicina en 1959 <<por su descubrimiento de los mecanismos en la síntesis biológica de los ácidos ribonucleico y desoxirribonucleico>>. Lacadena (17) interpreta su aportación al contenido formal (concepto) de la Genética en la respuesta a la pregunta ¿Cómo y cuándo se expresan los genes? señalando que su aportación consiste en el <<desciframiento de la clave del código genético>>.

Severo Ochoa se cansó de repetir, con ocasión y sin ella, en privado y en los medios de comunicación, que del conocimiento de las partículas elementales se deduciría hasta el amor entre los seres humanos. No creía en los “fantasmas”. Don Severo no, pero yo sí creo en los “fantasmas”. Dos creencias científicas antagónicas y mutuamente respetables. ¡Qué menos podría decir yo!

En resumen, en el origen del intervalo histórico considerado, la segunda mitad del siglo XX, están el que quiso españolizarse Schrödinger y el español –aragonés, “el españolazo de Paniza” según Laín- Julio Palacios; en el centro, el español norteamericanizado Severo Ochoa. Hay, pues, una clara dimensión española.

5. Las vías del *expansionismo* de la Física

Hemos situado el problema en unos intervalos de coordenadas histórica y española. Ahora estudiaremos en ellas, en el límite inferior de la historia, el proceso intelectual dominante: el *expansionismo* de la Física.

Esta vía conduciría a la no discriminación de los fenómenos biológicos de los físicos constituyendo con todos ellos una sola ciencia. El problema lo plantea Schrödinger (18) de manera muy clara:

<<¿Cómo pueden la Física y la Química dar cuenta de los fenómenos espacio-temporales que tienen lugar dentro de los límites espaciales de un organismo vivo?

La respuesta preliminar que este librito intentará exponer y asentar puede resumirse así:

La evidente incapacidad de la Física y la Química actuales para tratar tales fenómenos no significa en absoluto que ello sea imposible>>.

Pero diría Palacios (19):

<<[...] **hay otra actitud que nos parece más razonable.** Cabe definir como fenómeno físico todo aquel que puede ser reproducido sin más recursos que los tomados del mundo inorgánico: elementos químicos y energía en sus diversas formas. Los fenómenos que no cumplan este requisito no deben ser considerados como formando parte de la física. Claro es que esta clasificación puede no ser más que provisional, pues **tales pueden ser los progresos de la física futura, que permitan incluir en ella fenómenos que ahora le son extraños>>.**

Los progresos (entonces) futuros lo vienen siendo en la actualidad (parte de aquel futuro) y asombrosamente en el ámbito de la Biología, los de la Física corresponden más bien al pasado.

En todo caso tanto Schrödinger como Palacios pueden catalogarse como *expansionistas moderados*.

No obstante, ofrezco mi opinión anticipada mediante tres asertos:

1) Afirmar que ningún proceso vital está en contradicción con las “leyes del mundo físico” (aquí con minúsculas y adjetivo) parece lógico.

2) Afirmar que todo cuanto ocurre en un organismo sea consecuencia de “leyes físicas” (entendidas como las asociadas a la constitución de la materia, inanimada, elemental y leyes básicas) es problemático. Es nuestro tema: el problema objeto de estudio.

3) Afirmar que todo cuanto ocurre en un organismo sea consecuencia de las “leyes físicas conocidas” (Mecánica cuántica) es un soberano disparate. Existen otras “leyes”, una de las especies de “fantasmas”.

Pero en el momento de los años 40 eran tres las vías que podían utilizarse: la Física estadística clásica, la Física cuántica y la Termodinámica.

mica, las dos últimas con éxito si no científico inmediato al menos sí filosófico en el ámbito de las ideas fundamentales. Estas dos serán las vías concretas del *expansionismo* de la Física en la época central del siglo XX.

5.1. La Física estadística clásica

El primer camino explorado por Schrödinger es el de la Física estadística clásica y su punto de partida es que <<las leyes físicas y químicas son esencialmente estadísticas>>. El inconveniente es que los organismos [la disposición de los átomos en las partes más esenciales de un organismo y su mutua interacción] son <<sistemas que no presentan la estructura en la que están basadas esas leyes y regularidades>>.

Con perspectiva que considera de “físico ingenuo”, al enfrentarse con los organismos distingue: la Física (su fundamentación estadística) como ciencia simple, clara y modesta, en comparación con la Biología que estudia cómo/qué son los organismos, cómo funcionan y cómo se comportan, llegando a la conclusión de que <<el funcionamiento de un organismo requiere leyes físicas exactas>> (no estadísticas, que sólo son aproximadas, sino estrictas, no las leyes de la Física actual).

El camino del *expansionismo* está abierto pero con las leyes actuales de la Física clásica no, hacen falta leyes estrictas, exactas, sí: <<Un organismo debe tener una **estructura** comparativamente grande para poder beneficiarse de leyes relativamente exactas, tanto para su **funcionamiento** interior como para las **relaciones** con el mundo externo>> (13).

No obstante al estudiar el mecanismo de la herencia reconocerá que <<la suposición del físico clásico, lejos de ser trivial, es errónea>>. Lo centra en dos temas: el tamaño máximo de un gen (que es demasiado pequeño, que tiene “pocos” átomos) y su estabilidad filética para que las leyes biológicas –leyes físicas del organismo- fueran definidas y exactas. <<Un gen con toda seguridad no contiene más que un millón o pocos millones de átomos>>, por tanto, <<es excesivamente pequeño, incluso si todos desempeñaran funciones idénticas>> (21).

Pero como <<las diferencias entre los caracteres (genes) son en realidad discretas>> seguirá expandiéndose la Física, otra Física: la Física cuántica.

5.2. La Física cuántica y los procesos vitales

A modo de introducción, dos citas de interés de nuestros invitados. Escribe Palacios:

<<Quien pretenda estudiar la Física moderna ha de librarse de prejuicios racionalistas y convencerse de que nuestro conocimiento de la realidad ha de basarse en postulados que tienen más de dogmas que de entes de razón.

Si esto sucede en el mundo inorgánico, con mucho más motivo hemos de esperar que el estudio de los seres vivos nos descubra nuevas maravillas>> (22).

Schrödinger concluye la parte científica de su *What is life?*:

<<Las piecillas del **organismo animal** en nada se parecen a los toscos artificios con que el hombre construye sus máquinas: están **hechas por Dios Nuestro Señor de acuerdo con su mecánica ondulatoria**>> (23).

La nueva física se dedica al estudio de cada corpúsculo en particular –partícula elemental, átomo, molécula- o de pequeñas agrupaciones, y sus problemas se plantean como si tales entidades tuvieran existencia real.

Pero el comportamiento del sistema es *indeterminado*, puede predecirse lo que *por término medio* ocurrirá si se opera con muchos corpúsculos o sistemas idénticos colocados en iguales condiciones. El mundo de la microfísica muestra que según la constitución –núcleo, átomo, molécula, individualidades de órdenes progresivamente superior- así son las leyes que rigen su estructura ... y diríamos también su comportamiento y tendríamos que decir su capacidad para relacionarse con otras individualidades para constituir, según otras normas –esto no se duda en ciencia- nuevas estructuras. Esta progresiva complejidad también afecta a los conceptos (y realidades) núcleo, átomo y molécula sin necesidad de saltar de un concepto a otro.

Es momento de concentrarnos en el planteamiento de Schrödinger. Analicémoslo a partir del capítulo de título “Mutaciones” (nombre dado por Hugo de Vries en 1902). Así sugerirá:

<<Podríamos llamar la teoría de la mutación, de forma figurada, teoría cuántica de la Biología>>.

El *expansionismo*, ahora, desde la gloria alcanzada por la Física cuántica, parece establecerse, según el autor. La vía de la Física estadística clásica era inútil, pero la de la cuántica tiene expedito el camino.

La relativa estabilidad que resulta del alto grado de permanencia de los genes es esencial pero la mutación debe ser un acontecimiento poco frecuente. La duración de un gen no es infinita. La mutación es la muerte de una estructura para que aparezca otra estructura. La mutación es <<algún cambio en la estructura material de la substancia de la herencia>> (24).

Para Schrödinger la Genética es <<toda una nueva rama de la Ciencia, probablemente la más interesante de nuestros días>> (25). Conoce perfectamente la obra de Delbrück que someterá a profundo y extenso análisis.

La Física cuántica, en la mente de Schrödinger, se va a convertir en vehículo ideal para el *expansionismo* de la Física, de modo que adquirirá categoría de *evidencia*.

El gen presenta una <<enigmática estabilidad biológica>>, el “salto cuántico” es la mutación, de tal modo que <<**el mecanismo de la herencia está íntimamente relacionado si no fundamentado, sobre la base misma de la teoría cuántica**>> (26). El *expansionismo* ha logrado justificarse si no imponerse.

Los fenómenos biológicos *discontinuos*, los cambios bruscos o por saltos, quieren decir que responden al *trasfondo filosófico* de la Física cuántica –discontinuidad- incluso indeterminación o incertidumbre, pero la Física cuántica no sólo tiene un trasfondo filosófico sino otro *trasfondo matemático* consistente con el filosófico. El que existan fenómenos biológicos discontinuos (por ejemplo, las mutaciones) quiere decir –o podrá querer decir- que en la Naturaleza hay fenómenos discontinuos pero de ninguna manera *tiene que decir* que se producen de acuerdo con la Física cuántica; es decir, con la matemática concreta y expresa en variables y en leyes que constituyen esta(s) Física(s).

Las **mutaciones** son saltos, ¡qué duda cabe!, pero de ahí a afirmar <<que en los procesos biológicos origen de las mutaciones ha de intervenir la mecánica cuantista. No sólo desde el punto de vista cualitativo, sino también cuantitativamente, resulta plausible atribuir las mutaciones a efectos cuantistas>> (27) media un abismo que precisamente cubren los “fantasmas” colocándose delante de sus ojos a los partidarios de esta tesis.

5.3. La Termodinámica de los organismos

En este campo los elementos en juego son más claros. Por una parte, el organismo en tanto que sistema real; y, por otra, la Termodinámica, en tanto que teoría física con pretensiones de universalidad, generalidad y totalidad aunque limitada al ámbito de las realidades clásicas, de los fenómenos clásicos y de las teorías físicas clásicas.

Schrödinger, desde la perspectiva de la **Termodinámica**, se plantea expresamente la pregunta **¿qué es la Vida?**, Vida que va a caracterizar por sus aspectos físicos (termodinámicos).

La molécula vital, el gen, tiene como características principales desde esta perspectiva: a) elevada durabilidad; b) diminuto tamaño; y c) <<obra maestra de un orden altamente diferenciado>>. Y esto va contra la tendencia natural de las cosas de ir hacia el desorden.

Pero, para Schrödinger, aún puede avanzarse más:

a) El desarrollo regular y reglamentado está dirigido por un “mecanismo” completamente diferente.

b) La situación no tiene precedentes, sólo se da en la materia viva.

Y así obtendrá dos consecuencias importantes a los efectos de nuestro problema.

Primera. <<**No podemos esperar que las “leyes de la Física” basten para explicar el comportamiento de la materia viva**>>; pero:

Segunda. <<**Debemos estar preparados para encontrar un nuevo tipo de ley física que la gobierne ¿o tendremos acaso que denominarla ley no-física, o incluso superfísica?**>>.

Si llamáramos *sistema físico* a cualquier clase de asociación de átomos y *fenómeno físico* a cualquier acontecimiento en el que intervinieran asociaciones de átomos entonces los procesos biológicos serían físicos. Pero no ha sido éste el camino disciplinar.

Las ideas de **Palacios**, en la Parte Segunda del libro *De la Física a la Biología* de título “Termodinámica de los organismos” supera con creces el estudio correspondiente de Schrödinger; es una pena que no se reedite y se cite (28). Un organismo es un *sistema abierto* y se trata de aplicar la Termodinámica a los organismos. Parece que en tanto que un organismo es una acumulación de átomos, debería aplicársele; hay intercambios de materia y de energía con el medio. El libro de Palacios en este apartado es continuación, crítica y ampliación del de Schrödinger, con mejor fundamento, más extensión y mejores conclusiones. Pero lo que nos interesa aquí prioritariamente es el problema del *expansionismo*, la pretensión de explicar la Biología desde la Física.

Y en esta parte segunda, Palacios presenta sus conocimientos de Termodinámica de manera clara, precisa y preciosa, una joya de la literatura científica y le enmienda la plana (objetivo del trabajo sin duda) radicalmente a Schrödinger en el que podemos considerar terreno palaciano. <<Los organismos superiores, que son colectividades numerosas, deben estar sometidos a las leyes termodinámicas>> (29): a) Primer Principio de “Conservación de la energía”, al que deben obedecer todos; b) Segundo Principio de “Degradación de la energía” o “Crecimiento de la entropía”: <<En todo sistema térmicamente aislado, o no sucede nada, o crece la entropía>>.

El valor de un sistema no sólo depende de su materia y de su energía sino de algo más, su orden. La entropía es una medida del orden: <<Cuando no pueda crecer más la entropía, cuando se hayan allanado todas las jerarquías, reinará el equilibrio absoluto. Nada podrá suceder. He aquí la pavorosa predicción del final del Universo con toda su materia y su energía intactas>> (30).

Palacios acepta la tesis clave de Schrödinger: <<Vivir consiste en tomar del exterior entropía negativa. Los organismos se nutren de entropía negativa>> (31). Pero continúa avanzando en el estudio termodinámico completando el tema a la luz de los conceptos más adecuados y más

precisos de *energía libre* (de modo que un organismo para conservar su estado estacionario debe compensar de algún modo las pérdidas inevitables de energía libre) y de *energía utilizable*. Y hace aplicaciones extraordinariamente brillantes de estos conceptos de energía libre y utilizable explicando de manera originalísima el problema del calor entre el huevo y la gallina y el comportamiento de los animales de sangre caliente y de sangre fría.

Entre las conclusiones de Palacios pueden destacarse las dos siguientes.

Primera. Los organismos cumplen las leyes de la Física.

Segunda. Pero hay muchas otras “nuevas leyes” que explicarían la constitución y los procesos biológicos. (¡Aquí están los “fantasmas” que sin llamarlos se le han aparecido!).

Con más precisión y más tecnicismo escribe: <<Para que un organismo vivo conserve su estado estacionario, es preciso que compense de algún modo las pérdidas inevitables de energía libre>> (32) (energía interna más orden) y expresa *dos leyes biológicas* para la reposición de las pérdidas de energía libre, leyes relacionadas con la Termodinámica:

1ª. Para que un organismo vivo pueda conservar su estado estacionario [“vivir”] ha de tener una temperatura superior a la del medio en que está sumergido.

Y como el calor expulsado procede de la energía interna del organismo:

2ª. El organismo vivo, para conservar su estado estacionario, ha de absorber energía.

En resumen, ha de expulsar calor y absorber energía.

Mediante el concepto más completo de *energía utilizable* puede completarse el tema del valor energético de los diferentes alimentos: <<Por vivir gasta energía utilizable; pero la repone íntegramente con los alimentos>> (33).

Estas cuestiones termodinámicas relativas a la conservación del estado estacionario por los seres vivos –la fase adulta– son, como puede apreciarse, harto complicadas. Pero aún hay más, como, por ejemplo, el nacimiento, el crecimiento, la muerte natural y la propagación de la espe-

cie que son problemas que permanecieron en el terreno biológico, como asuntos de la Biología y no de la Física.

6. En torno al *reduccionismo en y de la Biología*

Hemos seguido en el párrafo anterior la vía del *expansionismo* de la Física en su pretensión de imperar sobre la Biología con tanta ilusión como ingenuidad. Ahora debo tratar, obviamente también en síntesis extrema, la vía de sentido contrario, la del *reduccionismo* desde la perspectiva que interesa a la Biología.

6.1. Los *reduccionismos* según la Filosofía de la Ciencia: tipología y caracterización

Con una mirada filosófico-científica actual puede afirmarse que el término *reduccionismo* ha sido uno de los de mayor uso y abuso tanto en el léxico propiamente filosófico como en el análisis crítico de las ciencias. En textos de Filosofía del siglo XX, prioritariamente en los de Filosofía de la Ciencia (34), se consideran ordinariamente tres tipos de reduccionismo: el *ontológico*, el *metodológico* y el *teorético*. Procuraré utilizar en su caracterización términos más científicos que filosóficos y ejemplos de las ciencias.

El *reduccionismo ontológico* se refiere a la creencia en que la entera realidad (por ejemplo, el Universo; por ejemplo, la materia) consta de un número mínimo de entidades (por ejemplo, las “categorías fundamentales” espacio, tiempo, materia; por ejemplo, las “partículas elementales” protón, neutrón y electrón). En la segunda mitad del siglo XX la Biología ha sido la ciencia de más referencias reduccionistas (por ejemplo y a modo de anticipo, puede anunciarse que se escribe nada menos y con hartísima frecuencia que “Todos los organismos son reducibles en última instancia a moléculas”).

El *reduccionismo metodológico* se refiere a una acción (o estrategia) científica de búsqueda de explicación en términos de entidades más y más pequeñas, progresivamente más elementales o fundamentales, constituyentes más últimos. Este camino ha sido indudablemente fecundo en éxitos para la ciencia, tanto en Física como en Biología. En Física ha con-

ducido, por ejemplo, a los quarks y los gluones; en Biología al gen como unidad hereditaria básica.

El *reduccionismo teórico* está implícito en la absorción de una teoría por otra considerada más profunda, más general, más completa. El caso Newton-Einstein de la Gravitación-Relatividad General se utiliza como manifestación más clarividente, ya clásica.

Existen otros marcos de reduccionismo, a los que ahora renuncio expresamente a tratar como, por ejemplo: a) el que puede considerarse como *reduccionismo biológico*: la reducción de la Psicología a la Biología; y b) el reduccionismo de la mente (o/y consciencia) a cerebro, *reduccionismo cerebral*, reducido a principios biológicos.

Se presenta, pues, un extenso y claro abuso de reduccionismo que suele criticarse como práctico y materialista.

6.2. Los *reduccionismos* actuales en Biología

Es momento de tránsito a la Biología y por ello debo reiterar mi solicitud de perdón por la osadía. Los soportes de la reflexión quiero que sean de actualidad y de españolidad. A mi juicio, los *reduccionismos biológicos* pueden resumirse en tres tipos.

1. De reduccionismo escribe Lacadena (35) en su conmemoración del centenario de la Genética al tratar en el párrafo “Jugando a Dios” de la noticia de que Craig Venter <<está a punto de descifrar la forma de crear vida artificial a partir de un grupo reducido de genes>>. Y así describe la nueva disciplina: <<La Genómica funcional se plantea la cuestión fundamental de cuántos genes son esenciales para la vida celular. Es decir, la pregunta *¿qué es la vida?* puede expresarse en términos genómicos como *¿cuál es el juego mínimo de genes celulares esenciales?*>>. Más adelante: <<El reduccionismo es uno de los problemas éticos y filosóficos que plantea el proyecto de “jugar a Dios”>>. Muchas e importantes cuestiones surgen así: *¿Qué es la vida?*, la creación artificial de vida, problemas éticos, etc. Pero, desde la perspectiva intelectual disciplinar elegida en esta ocasión puede destacarse esta afirmación de Lacadena: <<La Genómica en sí supone un reduccionismo máximo de la Biología al tratar a los organismos vivos desde la disección molecular de su genoma>>.

Este **reduccionismo** podría denominarse **genómico**, y sería más bien estructural dentro de la funcionalidad de la rama genómica (ciertamente, conjunto mínimo de constituyentes –genes- que funcionaría como vida).

2. De **reduccionismo** de la Biología han escrito recientemente científicos españoles radicados en Estados Unidos, Izpizúa, Rasskin y Raya (61). Hablan de reduccionismo e integración: <<Son dos vertientes necesarias para la ciencia. En la estrategia reduccionista, las partes componentes del sistema se separan y descomponen en sus elementos más simples, hasta llegar a las moléculas. Se estudia cada parte del rompecabezas por separado con la esperanza de que nos permita comprender el funcionamiento de todo el *puzzle*. La biología del siglo XXI tenderá a la integración de la enorme cantidad de datos proporcionados por las estrategias experimentales reduccionistas con el concierto de otras ciencias y al estudio del organismo en su conjunto y su relación con el entorno natural y social>>. Las moléculas orgánicas, con un carácter más general que en la concepción anterior, serían los componentes más elementales.

Este reduccionismo podría denominarse **reduccionismo molecular**: en la molécula (disciplinariamente, Química) radicaría el final.

3. Pero ni el preciso *reduccionismo genómico* ni el *reduccionismo molecular o químico* son objetos finales de nuestra reflexión. El **reduccionismo** del que tratamos hoy aquí es mucho más radical, como concepto radicalmente último, y lo denomino **físico**; todo, <<hasta el amor>>, considerado como máxima expresión del psiquismo respectivo o relacional entre individuos de la especie humana, se explicaría, presupuestamente, por medio de las partículas elementales (de la Física, claro). Ésta es la tesis difundida con pasión por el tan admirado y tan querido Severo Ochoa, la que considero y denomino **reduccionismo radical o físico**, tesis que no comparto.

7. La existencia de “fantasmas”: ejemplos y argumentos

Por mi parte, y con carácter general, entiendo que la complejidad de la vida exige no renunciar al estudio de los constituyentes de los organismos pero sí tener absolutamente claro que existen “fantasmas”, que la

complejidad aporta (requiere, construye, inventa, precisa, expresa, ...) nuevas leyes.

Los “fantasmas” tienen mucho que ver con el *problema de la emergencia*, son emergentes, portan novedad. Hoy se habla también, y mucho, de emergencia y de complejidad, de propiedades emergentes de la materia en las constituciones estructurales materiales progresivamente más complejas. Pero, a mi juicio, (y hablando con términos clásicos pues no disponemos, al menos de momento, de otros adecuados), no se trata sólo de nuevas propiedades de la materia que han emergido con la complejidad sino también, y sobre todo, de nuevos acaecimientos intrínsecos y nuevos acaecimientos respectivos. Mejor aún y de manera más clara, no se trata sólo de “propiedades emergentes” sino también, y quizás sobre todo, de “leyes emergentes”; así se presentan “fantasmas” de diversos órdenes. Sí, no basta con describir la nueva anatomía, hacen falta “fantasmas” tales que no sólo describan o expliquen sino que justifiquen la nueva anatomía y también, ¡cómo no!, la nueva fisiología y la nueva etología. Con terminología física, surgen, pues, los “fantasmas” de las nuevas caracterizaciones estructurales (inexplicables en función sólo de los constituyentes generantes o integrantes), de las nuevas propiedades y de las nuevas leyes (ordinariamente desconocidas) irreductibles a las precedentes. Se presentan, pues, los “fantasmas” en forma de propiedades y de leyes intrínsecas y respectivas que no sólo son desconocidas sino irreductibles, nuevas y no consecuencia, inexpresables en función de las anteriores. En todo caso, consecuencia de lo nuevo, integradoras de la novedad, de la emergencia.

Afirmo, pues, sin rubor, con certeza absoluta, que **creo en los “fantasmas”** y tengo la esperanza de que Uds. crean también en los “fantasmas”; es decir, crean en sus respectivas ciencias como autónomas, siempre que éstas tengan un referente claro, unos conceptos específicos y unos principios propios. Existen los “fantasmas”. Lo más pequeño, lo fundamental, lo elemental, lo primordial de la Naturaleza pertenece, ya irremisiblemente, al ámbito de la Física, y, sin duda, también el Cosmos, y por tanto la Astrofísica y la Cosmología, pertenecen a la Física. Pero que ésta, por tener bajo su dominio a lo más pequeño y al Todo, no sea tan pretenciosa de quererlo todo, de dominar la totalidad de seres y de

funcionares, de estructuras y de procesos. Confórmese con el mundo inanimado y, además, compártalo con la Química (y con la Geología). Y acepte la existencia de “fantasmas” gigantes y poderosos, que existen. Y entre otras razones porque existen “fantasmitas” dentro de la propia Física, que hace que existan diferentes físicas, distintas teorías físicas.

Veamos unos ejemplos sucesivos que, aunque pocos y seguro que no bien seleccionados, espero que serán, no obstante, clarificadores.

7.1. Los “fantasmitas” *de y en la propia Física*

Ejemplo 1: los nucleones. Aún no conocemos la existencia independiente de los quarks que presupuestamente integran la estructura material de protones y neutrones. En ellos y con ellos no se escribe la naturaleza de un protón o de un neutrón. Éstos son algo más que aquéllos. Aparecen, en primer lugar, unos “fantasmitas”: los gluones, hipotéticas partículas de canje o de interacción. Y además otros “fantasmitas”, las condiciones para que efectivamente dieran, en su caso, origen a los nucleones, partículas de momento elementales en cuanto constituyentes de la materia ordinaria.

Ejemplo 2: el átomo de hidrógeno. En un protón y en un electrón no están escritas las características estructurales y dinámicas del átomo de hidrógeno ni tampoco sus potencialidades en la respectividad cósmica. De ninguna manera. Ni siquiera los distintos estados posibles de dicho átomo. Han hecho su aparición otros “fantasmitas” físicos que facilitaran la constitución del hidrógeno. Unas leyes nuevas, diferentes de las anteriores, explican la estructura del átomo, no su evolución (o su vida). Ejemplo 3: el agua. Su constitución y sus propiedades no están escritas en las partículas elementales, tampoco en los nucleones, ni siquiera en los átomos de hidrógeno y de oxígeno. El conocimiento de estos átomos no explica ni la estructura de la molécula de agua ni sus propiedades intrínsecas ni su conducta respectiva. A lo sumo puede afirmarse que los átomos de hidrógeno y de oxígeno poseen potencialidad para constituir agua, sí, pero potencialidad parcial; potencialidad, sí, pero potencialidad compartida o respectiva; potencialidad, sí, pero potencialidad condicionada por un conjunto de otros factores que no pertenecen a los constituyentes: leyes,

constantes universales, temperatura, etc.; es decir, “fantasmitas” que se presentan en la escena.

7.2. Un tránsito fugaz por el puente de la Química

De la Física a la Biología se transita por la Química. En el ejemplo del agua habría que “justificar” los enlaces y en función de lo observable “suponer” a qué se debe su dinamicidad y su relacionalidad.

El puente de hidrógeno, y, en general, en este ámbito de la Química, los diferentes tipos de enlaces, el modelo iónico, etc, suponen no sólo nuevas concepciones estructurales materiales sino nuevas leyes estructurales y nuevas leyes fenoménicas. Sin duda.

7.3. A modo de breve catálogo de fenómenos biológicos

De lo inanimado a lo animado, de la Química a la Biología hay un salto impresionante: nuevas estructuras materiales, novedosas leyes estructurales y también originales leyes procesuales.

Creo suficiente hacer una breve relación de los fenómenos biológicos que, a mi juicio, de ninguna manera se explican mediante las leyes de la Física.

Así, por ejemplo, de entre los llamativos en la década de los cuarenta, y que tratan expresamente Schrödinger y Palacios en las obras citadas, pueden recordarse: mitosis, meiosis, singamia, mecanismo de la herencia y mutación.

Entre los de **actualidad** y por mi parte conocidos y aprendidos en esta Real Academia Nacional de Farmacia pueden señalarse como ejemplos los siguientes.

La **comunicación biológica** entre diversos organismos de la misma especie o de diferentes especies, tanto entre individuos del reino animal como del reino vegetal y tanto en seres unicelulares como pluricelulares que describe Ruiz Amil (37).

Las **respuestas celulares a la agresión** o “respuestas al estrés” que describe Cascales (38). <<Los seres vivos, a lo largo de la evolución han desarrollado complejos mecanismos para detectar y responder a una

amplia variedad de situaciones ambientales adversas>>. Estas capacidades de detección y de respuesta son indudablemente biológicas aunque tengan manifestaciones químicas y se sometan, presupuestamente, a las leyes de la física.

A modo de **breve catálogo de fenómenos biológicos que en absoluto pueden reducirse a fenómenos regidos exclusivamente ni siquiera prioritariamente por las leyes de la Física** pueden recordarse los de la siguiente relación, no exentos de actualidad.

La pluripotencia, o totipotencia, de las **células madre**.

La **apoptosis**, suicidio celular programado, causada por muchos genes exquisitamente regulados y coordinados, y esencialmente los mismos en todos los animales, incluido el ser humano.

El **desarrollo de los embriones**. Aceptando la hipótesis de que ya conocemos el genoma humano, opino que en el conjunto de los problemas actuales acerca de qué pasa con las proteínas codificadas por cada gen, con cual o cuales interactúan y qué se deriva de esas interacciones, y cómo dirigen el comportamiento celular para formar estructuras dinámicas que acaban generando los tejidos, los órganos y el propio individuo, en ninguno, propiamente, tiene nada que decir la Física.

La **osteoporosis** en sí, en cuanto proceso, aunque tenga consecuencias químicas y físicas.

El **cáncer**, el proceso de la transferencia celular de la carcinogénesis, es y sólo es un proceso biológico, aunque la causa pueda considerarse a veces de naturaleza física (radiactividad) o química (contaminación).

La **circulación de la sangre** por arterias y venas es una cuestión de mecánica de fluidos por unas conducciones no rígidas, más o menos complejo. Pero un infarto, un coágulo o la hipotética migración de células malignas por la sangre o de cadenas de ADN o ARN de genes tumorales hasta alcanzar células madres de otros órganos o los que transmiten el material genético con la orden de multiplicarse (oncogenes) son fenómenos biológicos.

Un **injerto de células madre** diferenciadas en un laboratorio para formar tejido nervioso en una médula dañada supone la unión de dos conjuntos de células para constituir mediante su unión la reparación de la

médula dañada pero independientemente de que pueda usarse el lenguaje conjuntista matemático utilizado en la descripción, la reparación de la médula es un proceso biológico.

Un uso de **terapias múltiples** como tratamiento farmacológico (cuestión prioritariamente química), realización de ejercicios físicos (presupuestamente de este ámbito, Física) y uso de células madre tienen finalidad y acción biológicas.

El **cerebro** como receptor de información y dador de órdenes, es un órgano biológico con función biológica. Las conexiones neuronales y los procesos neuronales. La **transmisión de información entre el cerebro y otras partes del cuerpo** (por ejemplo, los músculos) y viceversa por las fibras del tejido nervioso.

El **acto sexual** de las plantas y animales sexuados.

La **fecundación**.

La **vida psíquica humana** como forma suprema de la organización de la materia.

El **amor**.

Y el problema general de la **evolución**, que puede explicarse sintéticamente como el proceso de integración de mutaciones.

Y la **conservación del phylum**, durante tanto tiempo a lo largo de generaciones de individuos de la misma especie.

En este contexto de apariencia de absoluta independencia de la Biología respecto de la Física e incluso de la Química, conviene explicitar lo implícito. No hay ninguna duda acerca de **efectos físicos de determinados procesos biológicos**. Gracias a ellos es posible el extenso y creciente campo de uso de la instrumentación física en Medicina: fonendoscopios, electrodos captadores de efectos eléctricos de acciones biológicas, resonancia magnética, etc., etc. Tampoco hay ninguna duda acerca de **procesos biológicos consecuentes de acciones físicas**: radiactividad, campos electromagnéticos, rayos ultravioleta, ruidos, etc., etc.

Parece incuestionable que los principios de la Física deben cumplirse en los organismos. Pero aun siendo correctos e imponiendo su dominio son propiamente inútiles para explicar el fenómeno de la vida y los

procesos vitales, porque, además, existen otros principios, existen “fantasmas”.

“Fantasmas”, misterios, realidades de diversos órdenes crecientes en complejidad: Química Orgánica, Bioquímica, Biología molecular, Biología celular, reproducción sexual, ... cerebro, ..., el amor. Existen “fantasmas”. Bastante tarea tiene la Física con sus actuales fenómenos físicos, extenso es el panorama de la Química, impresionantes se presentan los problemas de la Biología.

Dejó escrito Palacios: <<No hay inconveniente en que así sea [la consideración de la Biología como parte de la Física] si no se discriminan los fenómenos biológicos de los físicos y se constituye con todos ellos una sola ciencia. Pero **hay otra actitud que nos parece más razonable**>> (39).

8. En torno a la Farmacia: la necesaria convivencia intelectual con numerosos y diversos “fantasmas”

Aún no ha aparecido la voz “farmacia” (40). Como si se tratara del mayor de los “fantasmas” ha asistido de modo ausente a la reunión. ¡Ah! Pero la **Farmacia** se presenta como espectro; en ciencia y en tanto que ciencia es un espectro, nada menos que el **espectro de toda la gama de la ciencia básica**, el espectro que abarca de la Física a la Biología integrándolas. Por eso hemos estado reunidos con la Farmacia desde el principio aunque no se haya presentado formalmente hasta ahora.

La **Física** debe considerarse como **conjunto de teorías físicas**, aspecto que destaca en las fases de serenidad por un crecimiento numérico desmesurado, en las de revolución por las pretensiones unificadoras y reductoras, y en los momentos gloriosos por los manifiestos deseos de expansión hacia otros campos. Pero siempre conjunto de teorías físicas.

La **Biología** actual no es ni propia ni exactamente *una* ciencia; es también un conjunto de “teorías” (¿) biológicas, mejor diríamos, con mayor precisión, de *disciplinas biológicas*, caracterizadas prioritariamente por sus respectivos referentes u objetos de estudio. La Biología, como **conjunto de disciplinas biológicas**, está en la actualidad en fase de explosión de multidiversidad.

La **Farmacia**, en su concepción científica, **transita de la Física a la Biología y de la Biología a la Física**. Estas ciencias constituyen sus límites. Desde éstos, la Física se acerca, por numerosos vericuetos, pero sobre todo **por el puente de la Química**, hacia la Farmacia; la Biología actual se desplaza desde lo celular hacia lo molecular.

La Farmacia, en tanto que ámbito del saber, es compendio de saberes; más que una disciplina científica, **integra múltiples diferentes saberes**: en su condición científica que es la que aquí interesa, los correspondientes a los tres grandes ámbitos clásicos: Física, Química y Biología. En su condición de **profesión sanitaria** se extiende hacia otros campos que podrían denominarse de aplicación, como, por ejemplo, en una dirección la Medicina o más ampliamente la Sanidad, y en otra, la industria farmacéutica o de modo más general el mundo del medicamento. Con otras palabras más poéticas nuestro Presidente ha escrito (41) que <<La Farmacia es una encrucijada de caminos, científicos y sanitarios>>.

La Física es fundamento de la Farmacia como lo es de todas las ciencias. Y en esta Real Academia Nacional se sabe. Pueden recordarse aquí otras palabras de Reol referidas a ella: <<Farmacogenómica, biotecnología, farmacoterapia, bioética, ... conviven con las clásicas (e imprescindibles) de física, química y biología>> y <<las ciencias básicas [son] soporte de la ciencia farmacéutica (la biología, la química, la física)>>.

De la Física a la Biología, el espectro de la **Farmacia**, **se constata intelectualmente la existencia de “fantasmas”, de numerosos órdenes y diferentes especies**. Y la Farmacia debe **convivir** con ellos sin aterrarse, en un mundo que siendo uno único está estructurado de diversas formas progresivamente más complejas y gobernado de diferentes maneras, por distintas leyes, muchas de ellas, en las que se cree (ya que, en caso contrario, no habría ciencia), desconocidas. Y a esta convivencia nos acostumbramos. Los fantasmas nos sorprenden, tanto más cuanto más nos dediquemos a estudiar, a pensar, a reflexionar críticamente, a preguntarnos cuestiones básicas, primeras, fundamentales. Fruto de la convivencia con ellos, nos movemos sin miedos, sin sobresaltos, pero los tenemos con nosotros y en nosotros, no logramos desterrarlos ... porque no son fenómenos somnolientos, ni psíquicos, ni parasicológicos, ... existen y actúan.

Yo, desde mi condición universitaria de profesional de la Física, no soy *expansionista* y estoy en atención vigilante con los “fantasmitas”. Y desde esta situación me atrevo a decirles a los biólogos que no esperen de ninguna manera que la Física de partículas elementales les va a resolver los problemas, que no sean *reduccionistas*. Por tanto, ni *expansionismo* ni *reduccionismo*, sí encuentro, sí diálogo, sí conocimiento mutuo enriquecedor de los respectivos problemas y de los correlativos hallazgos.

La creación de conocimiento auténtico sobre la Naturaleza exige el concierto de la Física, la Química y la Biología. Concierto que es encuentro, diálogo y relación o conexión (no integración de unas en otras). Hay necesidad de encuentros y diálogos intercientíficos de la Biología con la Física y la Química, y en otro plano con la Matemática y la Informática para el estudio de la ingente cantidad de datos. Y también hay necesidad de relacionar el conocimiento básico disperso con el fin de generar un conocimiento más global y me refiero al mundo científico, no sólo en el filosófico.

Este diálogo es frecuente en la Farmacia, la Academia es un lugar de suma adecuación por su constitución como integradora de los diferentes múltiples saberes. La Farmacia en su condición científica es integradora de estos ámbitos.

9. Conclusiones: a modo de resumen

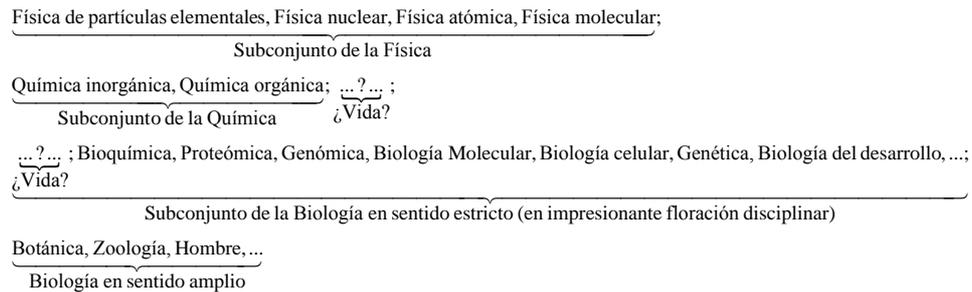
1.^a **Los organismos están sujetos a las leyes de la Física** (de la Naturaleza) en tanto que (también) objetos físicos y en lo que respecta a los fenómenos físicos. Esto es muy diferente de que las leyes de la Física sean suficientes para explicar los procesos biológicos.

2.^a La **Física** actual no es ni propia ni exactamente *una* ciencia, es un **conjunto de teorías físicas** con diferentes trasfondos filosófico y matemático, con distintos referentes, con diversas representaciones parciales, ideales y, ¡esto también!, matemáticas.

La **Biología** actual no es ni propia ni exactamente *una* ciencia; es un **conjunto** de “teorías” (*i*) biológicas, mejor diríamos con mayor precisión **de disciplinas biológicas**, caracterizadas prioritariamente por sus respectivos referentes u objetos de estudio. Es difícil *una* clasificación

única de las disciplinas biológicas que ubique correctamente cada una de ellas, dado que no son disjuntas sino que poseen numerosas conexiones en referentes, contenidos y desarrollos históricos.

3.^a Desde la perspectiva de la *constitución* de los organismos superiores, podría decirse que debería transitarse “de la Física a la Biología”, al menos y más o menos y en función de lo que hoy sabemos (que quiere decir de ordinario “creemos saber”) del modo siguiente:



4.^a Considero que para cada punto y coma que separa un ámbito disciplinar anterior de otro posterior puede afirmarse que en cada antecedente o conjunto de antecedentes no está escrita ni la estructura, ni la fisiología, ni la conducta (sean términos a veces sólo metafóricos) del consecuente; se presentan “**fantasmas**”, que incluso aparecen en el interior de algunas disciplinas en cuyo caso los denomino “**fantasmitas**”.

5.^a La Física no es *una* (adjetivo numeral) ciencia sino un conjunto de muchas teorías físicas. La Biología tampoco es una ciencia sino un conjunto de disciplinas científicas. La **Farmacia** tiene una fundamental **concepción científica que integra y precisa saberes científicos que van**, precisamente en acuerdo con el título de este trabajo, “**de la Física a la Biología**”. Y no sólo profesión clásicamente científica sino además – quizás sobre todo, aunque sea salimos de nuestro campo de hoy- profesión sanitaria humana que en su marcha al encuentro de la persona en la búsqueda y recuperación de su salud ha enriquecido el panorama científico con otras disciplinas como Farmacología, Farmacotecnia, Farmacogenética, Farmacoterapia, etc.

6.^a De este modo, la Física, aunque situada en un extremo del espectro de las ciencias de la Naturaleza exterior al ámbito de la Biología, no sólo está presente sino que por tratarse de ciencia fundamental debe estar siempre presente.

Es satisfactorio (en la línea de este trabajo) comprobar que en la organización estructural de esta Real Academia Nacional de Farmacia, la Sección Primera se denominase “Ciencias Físico-Químicas” y la Sección Segunda “Ciencias Biológicas”, y ahora se denominen, respectivamente, “Química y Física” y “Biología, Biotecnología y Farmacogenómica”.

7.^a En mi condición de catedrático de Física, y dentro de este ámbito en la parcela de Fundamentos de Física, extremo pues del extremo lejano de la Biología en el panorama de las ciencias integradoras de la Farmacia, mucho agradezco el alto honor que se me concede hoy y en correspondencia con él me es sumamente grato asumir el compromiso de que no escatimaré esfuerzos en mi entrega a esta Real Academia Nacional de Farmacia.

REFERENCIAS

- (1) Para más detalles sobre este tema y sobre los primeros pasos de los Premios Nacionales, hoy tan florecientes y diversificados, puede verse:
GONZÁLEZ DE POSADA, F. (1984) Hacia la institucionalización del Premio Nacional de Tecnología Leonardo Torres Quevedo. Monografía nº 18 de la Colección “Aula de Cultura Científica”. Amigos de la Cultura Científica: Santander.
- (2) CASTRO, C. (1986) Xavier Zubiri: Breve recorrido de una vida. Amigos de la Cultura Científica: Santander.
- (3) RODRÍGUEZ VILLANUEVA, J. (1997) Impresiones sobre Severo Ochoa. RANF: Madrid. P. 104.
- (4) *Ibíd.* p. 106; también p. 87.
- (5) SCHRÖDINGER, E. (1944) What is life? The physical Aspect of the living Cell. Cambridge Univ. Press.
- (6) Escribiré siempre “de la Física a la Biología” con la d minúscula inicial por respeto al libro de Julio Palacios de título *De la Física a la Biología* que utilizaré más adelante como otro de los pilares de este discurso.
- (7) ZUBIRI, X. (1989) Estructura dinámica de la realidad. Alianza: Madrid.
GONZÁLEZ DE POSADA, F. (1998) Discurso de ingreso en la Real Academia Nacional de Medicina: Madrid.

- (8) El libro de Schrödinger se tradujo al español en 1983, por Tusquets, y alcanzó, como mínimo, hasta una tercera edición, 1988, que utilizo en esta ocasión, con traducción y notas de Ricardo Guerrero, catedrático de Microbiología de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- (9) PALACIOS, J. (1947) De la Física a la Biología. Ínsula: Madrid.
- (10) *Ibíd.* p. 18.
- (11) *Ibíd.* p. 48-9. El uso de **negritas** es mío.
- (12) “La ciencia española en el siglo XX” ha sido el trabajo presentado a esta Real Academia Nacional de Farmacia en cumplimiento de la preceptiva entrega de un trabajo original para la admisión como Académico correspondiente. Posteriormente fue considerado, con algunas modificaciones, como conferencia de clausura de las actividades del curso 2001-02 de la Academia de Ciencias Médicas de Cantabria, que ha procedido a su edición y en estos días a su distribución:
GONZÁLEZ DE POSADA, F. (2002) Las ciencias biomédicas en el contexto de la Ciencia española del siglo XX. Monografía nº 170 de la colección “Cantabria Académica”. Academia de Ciencias Médicas de Cantabria: Santander.
- (13) LACADENA, J.R. (1973) Genética (4ª ed. 1988). A.G.E.S.A.: Madrid.
- (14) LACADENA J.R (1986) La Genética. Una narrativa histórico conceptual. Alhambra: Madrid.
- (15) LACADENA J.R (1995) Historia ‘nobelada’ de la Genética: Concepto y método. Real Academia de Farmacia: Madrid.
- (16) LACADENA (2000) “Conmemorando un siglo de Genética (1900-2000)”, *Anales de la RAF*, LXVI, 4, 485-540,
- (14) *Ibíd.*, p. 487.
- (15) SCHRÖDINGER, E. (1944) *o.c.*
- (16) PALACIOS, J. (1947) De la Física a la Biología. Ínsula, Madrid. Continúa: <<Actualmente es profesor de la Universidad de Dublín, y el libro a que nos referimos, publicado por la imprenta de la Universidad de Cambridge, contiene las conferencias que, ante público numerosísimo y con éxito resonante, dio en la capital irlandesa>>.
- (17) LACADENA, J.R. (2000) *o.c.*
- (18) SCHRÖDINGER, E. (1944) *o. c.* p. 18. El uso de **negritas** es mío.
- (19) PALACIOS, J. (1947) De la Física a la Biología. p. 49. El uso de **negritas** es mío.
- (20) SCHRÖDINGER, E. (1944) *o.c.*, p.35. El uso de **negritas** es mío.
- (21) *Ibíd.* p. 52-53.
- (22) PALACIOS, J. (1947) *o. c.*
- (23) SCHRÖDINGER, E. (1944) *o. c.* El uso de **negritas** es mío.
- (24) *Ibíd.* p. 60.
- (25) *Ibíd.* p. 67.
- (26) *Ibíd.* p. 79. El uso de **negritas** es mío.
- (27) PALACIOS, J. (1947) *o.c.* p. 29.

- (28) Muchos años después escribiría PRIGOGINE (1972) “La thermodynamique de la vie” en *La Recherche* otro buen tratado de Termodinámica aplicada a los organismos, de sus conceptos y de sus principios.
- (29) PALACIOS, J. (1947) *o.c.* p. 54.
- (30) *Ibíd.* p. 67. La evolución del Universo no se conoce hacia el futuro. No está de moda hablar de la entropía ... porque crea dificultades con algunas opciones (sobre todo con la de Universo cíclico, que es la que se considera apropiada).
- (31) *Ibíd.* p. 72.
- (32) *Ibíd.* p. 79.
- (33) *Ibíd.* p. 108.
- (34) HONDERICH, T. (ed.) (1995) *The Oxford Companion to Phylosophie, Oxford Un. Press.* [Traducción española de García Trevijano, C. (2001). Tecnos: Madrid].
- (35) LACADENA, J.R. (2000) *o.c.*
- (36) IZPIZÚA BELMONTE, J. C *et al.* (2002) “Los Secretos de la Vida” 10. El futuro. *EL PAÍS*, 15.09.02.
- (37) RUIZ AMIL, M. (2000) *Moléculas y comunicación biológica.* RANF: Madrid.
- (38) CASCALES ANGOSTO, M^a. (2002) *Proteínas del estrés y carabinas moleculares. Proyecciones clínicas y terapéuticas.* RANF: Madrid.
- (39) PALACIOS, J. (1947) *o. c.*
- (40) Sólo en el título y en el primer párrafo del apartado 2.1. precisamente en la expresión del título.
- (41) REOL TEJADA, J.M. (2002) “La Farmacia en la Ciencia y en la Sanidad” en *Memoria Académica del siglo XX.* Instituto de España: Madrid.