

Orts

F-8
519
24

UNIVERSIDAD DE BARCELONA

DISCURSO INAUGURAL DEL AÑO ACADÉMICO 1946-1947



LA DINÁMICA HEREDITARIA
DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS

POR EL

Dr. D. JOSÉ M.^A ORTS ARACIL

CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

BARCELONA

1946

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0701651635

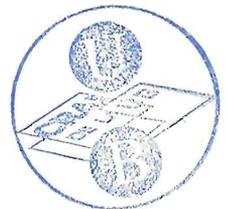


① CRAI - UNIVERSITAT DE BARCELONA

Fons

Juan Vernet
2013

F-8/519/24



UNIVERSIDAD DE BARCELONA

DISCURSO INAUGURAL DEL AÑO ACADÉMICO 1946-1947



LA DINÁMICA HEREDITARIA DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS

POR EL

Dr. D. JOSÉ M.^A ORTS ARACIL

CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

BARCELONA

1946

Magfco. y Excmo. Sr. Rector:

Excmos. Sres:

Ilustres colegas y Profesores:

Estudiantes; Señoras; Señores:

*«Misura ciò che é misurabile,
e rendi misurabile ciò che non
lo é ancora.» — GALILEO.*

CUANDO, hace exactamente cinco años, y a raíz del interesante discurso que pronunciara el Sr. Decano de mi Facultad en solemnidad análoga a la que hoy nos congrega, calculaba yo que había de transcurrir una década para que los preceptos reglamentarios me obligasen a cumplir aquel mismo e ineludible deber, no hubiera admitido, ni siquiera como hipótesis remota, la posibilidad de una reducción del plazo en condiciones normales; tanto menos, cuanto que, en la divagación mental de aquel momento, comenzó a germinar en mí el ilusorio deseo de que en tan largo período prosperase la idea certeramente lanzada por otro de mis colegas universitarios en ocasión también idéntica (*), propugnando la substitución del método automático que regula el turno de estos discursos, por otro de carácter plebiscitario, con lo que podía darse por cierto que nunca llegara yo a ocupar esta tribuna, por la que desfilaron tantos varones ilustres.

Mas quiso la suerte, para vosotros adversa, no sólo desvanecer prematuramente aquella vaga esperanza, sino también — y lo que es to-

(*) P. Peñalver: Discurso leído en la solemne apertura del curso académico 1930-1931 en la Universidad de Sevilla (pág. 2).

davía más grave para quien profesa el cálculo de probabilidades — que fallaran mis previsiones por no haber tenido en cuenta la posible intervención de ciertos factores aleatorios: el caso fué que una mañana, a fines de junio pasado, me llamó el señor Decano haciéndome saber que la década de mis cálculos había quedado reducida a un quinquenio y que, en consecuencia, debía aprestarme a la tarea para dejar listo este discurso a mediados de septiembre.

Con lo que me hallé de súbito en la encrucijada de dos posibles conductas y ante el dilema, y no obstante las indudables ventajas que para el auditorio supondría mi relevo, y el peso de otras muchas consideraciones que pudiera yo aducir para declinar el honor que se me transfería, opté por el camino contrario, entre otros varios motivos de orden tradicional y reglamentario, porque en el apremio podía hallar argumento — como cualquier vulgar mal estudiante — en qué escudar los defectos que tanto hoy, como dentro de otros cinco años, si Dios me los concedía, había de llevar necesariamente anexos mi trabajo.

Pero es que además, y muy por encima de todo otro razonamiento, estaba en juego una deuda de gratitud con el señor Rector, que si no saldar — que eso no alcanzara yo a lograrlo aunque lo intentara — podría sí a lo menos reconocer explícitamente aprovechando la coyuntura.

* * *

Para muchos de los que me escuchan es un hecho conocido, que en esta Casa existe un Seminario Matemático, organismo que durante sus primeros años arrastró vida precaria, como resto a la deriva de un naufragio, hasta que, siguiendo otros precedentes que más tarde se han visto multiplicados, lo tomó bajo tutela el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, momento en que se inicia una etapa que pudiera calificarse de «prueba» durante la cual el Seminario, por su propia iniciativa, se dispuso a hacer patente la razón de su existencia.

No voy a historiar todo el cúmulo de esfuerzos a tal fin encaminados, ni mucho menos he de traer aquí el balance de las adquisiciones logradas, de alguna de las cuales — y no ciertamente la más importante — se dió noticia a su tiempo desde esta misma tribuna; pues aunque el tema presenta facetas que muy directamente afectan a la Universidad toda y que hubieron de esgrimirse como bandera en campañas que muchos recordaréis, el más elemental sentido de diplomacia

ordena desviar el relato de cuanto pueda ofrecer matices de tipo minoritario; aparte de que el citado balance figura ya en su lugar adecuado y sobre todo en la mente de quienes deben enjuiciarlo. Y por ello prefiero remitiros al veredicto del señor Rector, de quien siempre ha recibido el Seminario una palabra de estímulo, una alusión laudatoria, un reconocimiento expreso de lo que el Seminario es y representa, un apoyo moral, en suma, que, por la fuerza del contraste y la propia calidad del testimonio, es tanto más obligado agradecer y recordar. Y ese voto, unido a otros también de primera categoría, y que son en último término los que cuentan e importan en las horas decisivas, son los que el Seminario podría aducir ante aquellos espíritus escépticos y refractarios — y desde luego no matemáticos — que no obstante toda la realidad de los hechos se resisten a aceptarlos.

Mas no nos dejemos llevar hacia la pendiente de peligrosos derroteros y volvamos a las sendas tradicionales de estos discursos académicos.

* * *

En estas mismas fechas, y hasta quizá en esta misma hora, las doce Universidades españolas están solemnizando con ceremonial análogo, salvo, tal vez, leves diferencias de detalle derivadas de la costumbre en cada caso, la inauguración de un nuevo curso escolar; uno más en el andar del tiempo, y en el que probablemente se repetirán las escenas mismas de los anteriores: estudiantes que por vez primera llegan a las aulas universitarias llenos de entusiasmo y cada vez en mayor número — con la consiguiente agravación de un problema que está reclamando radical y urgente solución — en tanto las abandonan los que, ya terminados sus estudios, deberán en muchos casos y a causa de la competencia profesional cada día más intensa, aprestarse a nuevas luchas hacia incierto porvenir; lecciones desarrolladas con isocronismo sólo acaso perturbado por las variaciones fortuitas del número de días lectivos, a consecuencia de la interpolación cada vez más frecuente de exámenes en menoscabo de la eficiencia y continuidad de las tareas docentes, o de la prolongación de vacaciones más allá de lo que ordena el calendario escolar; Profesores que cesarán en su ejercicio para comenzar a vivir de sus recuerdos, posiblemente avivados durante este acto, evocador de tantos otros a que hubieron de asistir, y que — ley inexorable a través de las sucesivas generaciones, y nunca

ran bien aplicada como en nuestros tiempos — harán aflorar a sus labios los conocidos versos de Manrique, que, a su vez, y en su día, habrá también de hacer suyos el profesorado joven ante el que hoy se abren amplias perspectivas de promesas y esperanzas; adioses y bienvenidas que hasta hace pocos años acostumbraba a formular en nombre de todo el Claustro el encargado de la oración inaugural, y que por modificación del protocolo, es actualmente misión del Secretario General. Y..... otros doce discursos, alguno apenas escuchado por la falta de condiciones acústicas del recinto, agravadas por el murmullo de los escolares que pugnan por penetrar; doce discursos más que irán a sumarse a la ingente mole de los que año tras año se fueron acumulando en algún sótano o desván del Archivo o Biblioteca, en espera — como el arpa de la rima becqueriana — de una mano que los libre del polvo sobre ellos depositado...

Y mía fué la mano que sacó del olvido en que yacía una voluminosa colección de ellos que encontré en el fondo de un armario, cuando, apenas decidida la alternativa a que antes aludiera, me lancé — como sin duda debió hacer alguno de los que me precedieron — en busca de antecedentes donde tomar norma y ejemplo.

¡Y qué hallazgo! Allí se daba toda la gama en épocas, temas y dimensiones: discursos extensísimos y opúsculos de escasas páginas; síntesis de teorías científicas y sistemas filosóficos; trabajos doctrinales repletos de erudición e investigaciones de carácter específico; acabados estudios sobre cuestiones pedagógicas en relación con los problemas sociales; discursos llenos de esperanzador optimismo, junto a otros de tonos sombríos y deprimentes; oraciones inaugurales pronunciadas hace ya casi un siglo por quienes fueron Profesores de nuestros Profesores, y cuyos nombres esclarecidos: Milá y Fontanals, Letamendi, Rubió y Ors, Menéndez Pelayo, Durán y Bas, Luanco, Casañas y Leonardo, Pérez de Nueros, Clariana, Mascareñas, Mundi... y tantos y tantos más, perduran a través de los años; alocuciones pronunciadas en momentos críticos para la Patria y evocadoras de efemérides que pasaron a la Historia, o que nos traen el recuerdo de beneméritas figuras que se agigantan en la lejanía del tiempo, cual la del fundador de las Escuelas del Ave María, P. Manjón, cuyo centenario se conmemora precisamente este año. Y junto a esos, otros discursos de fechas más recientes que dejaron aquí indeleble memoria, como aquel *Elogio a la Sabiduría* de nuestro Carreras Artau, modelo y estuche de doctrina y enseñanza para cuantos cultivan los estudios filosóficos

o científicos, o aquella otra profunda disección del maestro Peyrí en su *Retorno al humanismo*, que todo médico debiera tener al alcance de la mano en su clínica o biblioteca.

La índole y variedad de aquellos temas, junto al prestigio de las firmas, produjeron un resultado diametralmente opuesto al que buscaba: la desorientación y el desánimo; pues ¿cómo sin recurrir a los asuntos concretos del campo profesional que había que descartar de antemano como condenados al fracaso, podía yo trazar con mi pobre prosa algo que no desentonase de los magníficos precedentes que a la vista tenía? ¿Dónde hallar argumento desprovisto de fórmulas y teoremas, integrales y ecuaciones, con que saldar el compromiso adquirido?

Tal era la situación, cuando en un encuentro al azar con el propio Decano, unas semanas después de la mencionada escena, y tras los obligados interrogantes en torno al para mí obsesionante problema y la consiguiente declaración por parte mía del conflicto en que me hallaba, sugirióme la idea de resolverlo acudiendo al análisis estadístico de los resultados del Examen de Estado, a base de los datos recopilados durante seis años, que obraban en su poder y que desde aquel mismo instante ponía a mi disposición con tal objeto.

La impresión que aquella insinuación me produjo, únicamente es expresable mediante el ¡*Eureka!* arquimediario. ¡Qué sugestivo y tentador asunto! Dudo que nunca se le haya brindado a nadie oportunidad semejante, para abordar tema de más candente actualidad en todo el ámbito docente, del uno al otro confín de España, ni que tan hondas repercusiones haya tenido para la juventud escolar — incluyendo, claro es, a sus respectivas familias — en capitales y aldeas, pueblos y ciudades de todo orden, suscitando mayores polémicas y comentarios. Y hasta tal punto es ello cierto, que si se exceptúa la fecha de hoy en que la Prensa cotidiana acostumbra a dedicar una parte de sus columnas a la reseña de este acto, puede afirmarse, sin temor a contradicción, que en ninguna otra época del año se refleja en el ambiente público la existencia de la Universidad con tanta amplitud e intensidad, como durante las semanas de las pruebas de Estado.

Ello sin contar con que el argumento tenía garantizado *a priori* el éxito y el aplauso — y no tan sólo entre el elemento joven — dado que su desarrollo no podía quedar simplemente reducido a una fría recopilación de tablas y promedios, gráficos y porcentajes, ajustamientos e interpolaciones: todo ello debía ir necesariamente precedido de

una introducción o preámbulo que ofrecía amplio cauce por donde, y sin descender al tono menor del copioso anecdótico, dejar fluir el sentido de la ironía.....

Pero, ¡vanas ilusiones!, había que contar con la previa intervención de la censura académica, cuyo lápiz, por suave y azul que fuese, dejaría probablemente inédita la parte más atractiva del manuscrito, quedando éste reducido a su árida osamenta gráfica y numérica (*).

Era, pues, obligado lanzarse por otros rumbos, con lo que recomenzaron las dudas y vacilaciones, hasta que la Providencia, que nunca desoye las súplicas de quien humildemente su ayuda invoca, quiso iluminar mi mente con la lucecilla del recuerdo de aquellos *Souvenirs entomologiques* de Fabre, sobre los que antaño pasara algunos ratos de grata lectura como paréntesis en las tareas profesionales.

Profano yo en materia de Entomología — nunca fui más allá de las nociones rudimentarias que aprendí en el Instituto, tan luego poco menos que olvidadas — no osaría rozar siquiera cuanto afecta a la valoración actual de los estudios, experiencias y observaciones que integran aquellos diez volúmenes, legado que recibí de persona para mí muy querida; mas si a nadie le está vedado extasiarse en la contemplación de los anillos de Saturno a través de un antejo astronómico, aun sin tener la menor noción de óptica ni de las bases en que se funda el cálculo de órbitas planetarias, tampoco podrá considerarse excesivo atrevimiento que un matemático — y perdonad la inmodestia

(*) Ya en prensa este discurso, y coincidiendo con la convocatoria de las pruebas de Estado que tienen lugar en estos días, ha resurgido en la prensa la polémica, matizada con profusión de editoriales y comentarios periodísticos, entre partidarios y detractores del sistema, en tonos agudizados que corroboran una vez más el interés capital a que arriba aludimos en torno a una cuestión ante la cual, entendemos que el Profesorado Universitario no puede continuar en actitud pasiva y expectante, con tanto mayor motivo cuanto que, a más de hallarse afectado por algunas consecuencias del sistema en cuestión, acaba de ser aludido con «discutible» oportunidad por una de las dos partes en pugna.

La imposibilidad de llevar a efecto un plebiscito entre la población escolar — o sus respectivos familiares —, que sería el único medio de dar validez a determinados asertos, hace todavía más necesaria una declaración explícita de la Universidad española sobre un tema que ha llegado a adquirir caracteres apasionantes en determinados sectores. Ello podría dar motivo para razonar las modificaciones que conviene introducir, a fin de suavizar determinadas aristas del actual régimen de pruebas, y que acaso por vía de ensayo pudieran consistir en la constitución de tribunales mixtos integrados por Profesores de enseñanza oficial y privada, bajo la presidencia de un Catedrático universitario, que ejercería las funciones de arbitraje, según las normas que hace ya tres años nos permitimos elevar a la consideración de la Superioridad.

de que adolece el autocalificativo — y por esa ley del contraste que a cada uno nos impone nuestro respectivo *violín de Ingress*, acudiese en busca de reposo a las páginas admirables donde el gran entomólogo provenzal condensó más de tres cuartos de siglo de tenaz y perseverante labor en torno a la vida de los insectos, motivando aquellas vivas descripciones, donde a la par que unas excepcionales dotes de observador, aparecen reflejados un agudo espíritu crítico y una sensibilidad tan exquisita, que permiten denominar a Fabre (ignoro si el título se aplica hoy por vez primera) el *Místral de la Entomología*.

Porque aun independientemente de cuanto afecta al alcance y trascendencia de aquellas pacientes y minuciosas observaciones acerca del instinto de los insectos, como antecedentes para los actuales problemas de la Ecología y el parasitismo, la obra en cuestión encierra un considerable caudal de aleccionadora ejemplaridad que yo quisiera brindar a la juventud estudiosa que hoy se debate por conquistar una situación en consonancia con sus respectivas aptitudes. ¡Qué estela de enseñanzas la de aquellos capítulos escritos por Fabre en los últimos años de su vida donde el autor — corroborando una vez más cuán verdad es que la vejez gusta de rememorar sus primeros tiempos — evoca, como dudo que otros tan sugestivamente lo hicieran, los albores de una vocación apasionadamente servida que no lograron desviar los múltiples obstáculos con que hubo de luchar en el curso de su larga vida!... ¡Cuán llenos de valor humano aquellos relatos de los difíciles tiempos de su juventud; sus primeros pasos en el campo del Álgebra y la Geometría analítica como preliminar obligado para el estudio de los tejidos de los arácnidos o los principios del mínimo que la abeja aplica instintivamente en la construcción de sus celdillas; su iniciación — y siempre sin ayuda de maestros — en los estudios de química experimental que le permitieron alcanzar poco después una plaza de profesor elemental en Ajaccio, y posteriormente le condujeron a ocuparse de la técnica de los colorantes, cuando vió malogrados todos sus esfuerzos para alcanzar una cátedra de Facultad desde la que poder dedicarse íntegramente a su ciencia predilecta! ¡Y a cuántas meditaciones se presta aquel coloquio con el Ministro de Instrucción Pública de Napoleón III en la estación de Avignon!.....

Pero sobre todo, yo recuerdo aquellos capítulos interpolados a lo largo de la obra de Fabre donde éste expone sus reflexiones impregnadas de fino humorismo acompañadas de una incisiva causticidad de frase, en torno a los problemas que suscitan las cuestiones de la he-

rencia y atavismo, o sus conclusiones en pugna con las ideas de Darwin acerca del transformismo evolucionista.

Y del recuerdo de estos «Recuerdos entomológicos» de Fabre, asociado al de otras lecturas posteriores a que me vi profesionalmente obligado a poco de aparecer la primera sistematización de los trabajos de Volterra para la formulación matemática de los problemas que plantea el estudio de las relaciones interespecíficas en las asociaciones biológicas, han surgido los párrafos que siguen, en los que, y en substitución de alguna modesta aportación personal al terreno de la ciencia que cultivo, que, aparte su escaso interés, supondría para el auditorio una fatiga excesiva derivada del recargo del formulismo matemático, intento tan sólo rememorar aquellas lecturas, esbozando uno de los capítulos que integran la teoría de aquellas fluctuaciones, tema que a su propia importancia en el orden especulativo dentro de la Ecología, une gran trascendencia por sus conexiones con los estudios del parasitismo y por ende con los de la Entomología agraria, cuya repercusión y actualidad en los problemas económicos y sociales sería superfluo encarecer.

Mas antes de adentrarnos en el desarrollo del asunto, se imponen unas consideraciones previas en las que, sin mengua de la básica y primordial importancia que en las ciencias experimentales debe concederse a los métodos de observación, intentaré reflejar someramente la necesidad de acudir al empleo de recursos matemáticos cada día más potentes para penetrar en la médula de determinados problemas surgidos en el curso de los últimos años en el campo de la Biología, originando teorías que la han elevado al rango que actualmente ocupa dentro de los dominios de las Ciencias Naturales.

* * *

Es bien sabido que una de las finalidades primordiales de la síntesis científica según la tendencia racional y «mecanicista» que iniciada por Demócrito y consolidada a través del Renacimiento, culmina en Descartes y Galileo, y poco después en la fase más abstracta de la dinámica newtoniana, estriba en la transformación de toda ciencia experimental en otra de puro razonamiento, encuadrando en el marco del número y la medida todo el orden de la Naturaleza; pero no es menos cierto que tal objetivo dista mucho de ser logrado, no sólo

a causa de las divergencias interpretativas de la propia esencia de los conceptos primarios, sino también y muy principalmente por las dificultades que pudieran denominarse «parasitarias», inherentes al conjunto de los hechos o fenómenos sometidos a observación, y de las que son ejemplo representativo, dentro de la ciencia contemporánea, las que surgen al tratar de aplicar los métodos estadísticos a los datos o resultados experimentales; dificultades que tanto han contribuido a profundizar la antigua escisión entre los respectivos adeptos al empirismo y al racionalismo. Ello no obstante, es innegable que el desarrollo de esa tendencia cartesiana de reducir todo conocimiento científico a un esquema matemático y a la que ya hubo de aludir el doctor Letamendi en su discurso inaugural del año 1878 (*), ha podido prosperar no sólo a causa del perfeccionamiento progresivo de los métodos experimentales, sino también y muy principalmente, gracias a la aplicación del instrumento matemático adecuado a cada caso, dando lugar a la construcción de teorías con el consiguiente amortiguamiento del tono «histórico» o «descriptivo» de ciertas disciplinas científicas.

Bastaría recordar el caso de la Física. Sin retrotraernos al impulso que esta Ciencia adquiriera a raíz de la transformación de la Mecánica «física» en «racional» y el influjo de los métodos del Cálculo infinitesimal aplicados al estudio de los fenómenos vibratorios, ópticos y electromagnéticos, donde el empleo de las ecuaciones diferenciales produjo la sistematización de un gran número de resultados dispersos, es bien conocido como el estudio de los fenómenos de histéresis en magnetismo y elasticidad, obligó a recurrir a las ecuaciones integrales e íntegrodiferenciales. Como igualmente necesarios han sido los métodos de la Mecánica estadística para el estudio de ciertas cuestiones de Termodinámica y Física molecular; el cálculo diferencial absoluto para la traducción matemática de los principios de la gravitación einsteiniana; la teoría de operadores funcionales y el cálculo de matrices en Mecánica cuántica; la aplicación de los principios de la Dinámica analítica en los problemas que conciernen el movimiento del electrón, de tan capital interés en los estudios de energética y estructura atómica... Y tantos y tantos otros temas que, cual piedras angulares en la construcción de la Físico-química y Química teórica, exigen una documentación matemática cada vez más intensa.

(*) J. de Letamendi: *Valor de los estudios anatómicos en el movimiento intelectual contemporáneo*. Discurso inaugural del año académico 1878-1879 en la Universidad de Barcelona (pág. 15).

Y lo propio ocurre en el campo de otras Ciencias naturales cuyo módulo representativo nos lo ofrece la Cristalografía: baste mencionar, aparte los conocimientos geométricos que constantemente intervienen en su desarrollo teórico, los de índole ya más especializada que exige el estudio profundo de la estructura y simetría de los cristales por aplicación de los métodos de la teoría matemática de la elasticidad.

Repercusiones de los métodos matemáticos que, con sus características y peculiares modalidades, cabe también registrar en determinados sectores de la Biología, gracias a los cuales ha sido en gran parte superada la etapa puramente descriptiva a que antes aludíamos. Porque aun sin hacer apelación al capítulo de la Morfología, donde la Geometría juega como obligado elemento auxiliar, o aquellos otros de Biomecánica y Fisiología (trabajo muscular, circulación de la sangre, etcétera) que, a través de sus relaciones con las respectivas teorías físicas, obligan al empleo de recursos matemáticos más o menos elementales, es notorio como la aplicación de los métodos de la Estadística matemática y singularmente los de la teoría de la correlación — manejados, claro es, con las obligadas cautelas — han permitido también el encauzamiento racional de determinados estudios primitivamente reducidos a una simple recopilación de datos, hechos y observaciones aisladas, que no podían servir de base científica rigurosa a ciertas extrapolaciones en orden a los problemas de la evolución en relación con el mecanicismo biológico.

Y una muestra patente de esa racionalización de ciertos sectores de las ciencias biológicas, son los trabajos e investigaciones recientes en torno a la genética, mendelismo, etc., que integran la voluminosa colección de *Biométrica* que el insigne Pearson fundara, sin duda bien familiar a cuantos cultivan dicho género de estudios.

Argumento que adquiere todavía mayor potencia recordando los trabajos del Profesor Volterra para abordar el análisis de las fluctuaciones y estados de equilibrio de las asociaciones biológicas, iniciados pocos años antes por Lotka y otros autores en aspectos parciales relativos a la epidemiología (especialmente al paludismo) y la propagación de ciertos insectos perjudiciales a la Agricultura; trabajos que le condujeron a la construcción de su *Teoría matemática de la lucha por la vida*, que de pocos años a esta parte ha abierto amplias perspectivas a los estudios de Ecología animal, especialmente cuando se toman en consideración los factores o elementos de carácter «heredi-

tario» cuya acción se traduce matemáticamente por relaciones de tipo íntegrodiferencial (*).

Mas permitid todavía un rápido inciso indispensable en evitación de posibles equívocos que pudieran conducir a legítimas decepciones.

* * *

En el capítulo preliminar que sirve de introducción a la conocida obra de Eddington: *Espacio, Tiempo y Gravitación*, que tanto contribuyó a la expansión de la teoría de la relatividad en sus primeros tiempos, aparece un interesante coloquio entre un físico experimental, un matemático puro y un relativista, en el curso del cual se entabla discusión en torno a los conceptos fundamentales que sirven de título al libro, haciendo resurgir las clásicas controversias entre pragmatistas e idealistas, empíricos y racionalistas, reflejadas por el autor en los respectivos interlocutores.

Pues bien; imaginemos que el relativista es substituído por un filósofo y que en lugar del físico interviene un biólogo interesado en penetrar en el mecanismo de las variaciones de ciertas especies biológicas, haciendo derivar el debate hacia conceptos que afectan a la propia esencia de los fenómenos vitales: ¿concebís cuál sería el grado de intensidad a que alcanzaría el debate en torno a cuestiones de tanta trascendencia dentro de la Filosofía científica cuales son las que conducen a las interpretaciones antagónicas «mecanicista» o «vitalista» de ciertos procesos biológicos?

Porque si aun en lo que simplemente concierne a los conceptos y principios que sirven de base a la construcción de la Física y de la Matemática, aparecen como inevitables las divergencias entre filósofos y matemáticos de las diversas escuelas — recuérdense las polémicas que suscitaron los primeros trabajos de Cantor sobre la teoría de conjuntos y los números transfinitos o las que se produjeron en torno al valor clásico de los conceptos de materia y energía a poco de aparecer

(*) Esta aplicación de las ecuaciones integrales e íntegrodiferenciales al estudio de las fluctuaciones biológicas, constituye la corroboración palmaria y categórica de la posibilidad que con genial intuición planteara ya en 1912 el profesor Volterra en el interrogante que aparece en uno de los párrafos finales del primer capítulo de su monografía *«Leçons sur les fonctions de lignes»* «¿Viendra-t-il un jour où les mathématiques seront applicables au monde organique?», corroborando una vez más aquello de que si la función no crea el órgano, por lo menos contribuye a su perfeccionamiento.

las primeras ideas einsteinianas —, fáciles son de colegir las que habrían de motivar temas como los aludidos que conducen a dispares interpretaciones en orden a los principios y consecuencias de la ciencia de la vida, de los que tan magistralmente nos hablara el doctor Nubiola en su discurso del año pasado.

Y sin embargo, los estudios de Parasitología y especialmente los relativos a la coexistencia de ciertos microorganismos de carácter infeccioso, unidos a las exigencias planteadas dentro de la economía agraria, reclamaban racional y urgente solución del problema sin estacionamientos en zonas polémicas; y así fué cómo, entablado el diálogo entre biólogos y matemáticos exclusivamente — lo que no supone, desde luego, una eliminación del filósofo, que a su debido tiempo debería tener la obligada intervención en el análisis de las conclusiones —, se procedió, tras prolongado intercambio de ideas en el orden estrictamente experimental y matemático, a la sistematización teórica de los resultados dispersos y que hasta entonces ofrecían un aspecto meramente «cualitativo», con vistas a la valoración «cuantitativa» de las fluctuaciones observadas entre especies biológicas coexistentes en un mismo medio ambiente.

Varias rutas se ofrecían: una, al parecer la más simple y natural, consistía en reproducir experimentalmente «a menor escala» y en las condiciones más similares posibles a las que se dan en plena naturaleza, el fenómeno cuyas características y variaciones se trata de estudiar, analizando cuantitativamente esas «asociaciones muestras»; método ciertamente no exento de graves dificultades prácticas, en gran parte derivadas de la imposibilidad de eliminar determinados factores que perturbarían la uniformidad de las condiciones de experimentación, la cual había de prolongarse durante mucho tiempo a fin de dar lugar a la renovación de generaciones en las especies sometidas a observación.

Cabía intentar la aplicación del método estadístico a los datos experimentales; pero ello exigiría asimismo largos años de trabajo a fin de liberar los resultados de elementos variables procedentes de la presencia de especies biológicas «extrañas» que producirían perturbaciones de carácter extrínseco, asimismo difíciles de contrarrestar.

Descartados esos métodos, y debiéndose partir necesariamente de una base experimental, podía abordarse la construcción por vía deductiva — al igual que ocurriera en la racionalización de la Mecánica a que antes aludimos — traduciendo los hechos observados en fórmulas

matemáticas que, convenientemente transformadas, darían lugar a leyes cuya legitimidad y alcance habría de realizarse, no a través de sus consecuencias filosóficas, sino por las comprobaciones experimentales. Tal fué el camino que, sugerido por las observaciones de carácter estadístico realizadas por D'Ancona acerca de las variaciones de ciertas especies marítimas en el Adriático superior, condujo al Profesor Volterra a la construcción de su teoría anteriormente citada, y de la que — como queda dicho — nos proponemos tan sólo esbozar, en sus rasgos y directrices principales, uno de sus más interesantes capítulos (*).

* * *

Admitida la invariabilidad de los coeficientes de natalidad y mortalidad de una especie biológica que se desarrolla libre de influencias exteriores en un medio de características asimismo constantes en el transcurso del tiempo, el número $N(t)$ de individuos seguiría una ley definida por la solución de la ecuación diferencial:

$$\frac{dN}{dN} = \mu N, \quad \text{esto es:} \quad N(t) = Ke^{\mu t}$$

siendo K una constante arbitraria positiva y μ el denominado «coeficiente incremental» de la especie considerada.

Mas estas sencillísimas hipótesis que conducen a la ley de variación exponencial y por tanto al incremento o decrecimiento indefinido (según sea $\mu > 0$ ó $\mu < 0$), de la especie en cuestión, están bien lejos de

(*) En lugar de agregar al fin de este trabajo un repertorio bibliográfico más o menos extenso, preferimos remitir a quien se interese por el estudio racional de los problemas concernientes a las asociaciones biológicas, a la monografía del Profesor Volterra: *Leçons sur la theorie mathématique de la lutte pour la vie*. (Cahiers Scientifiques, Fasc. VII, 1931), donde aparecen recogidas las lecciones desarrolladas por el autor en el Instituto H. Poincaré, durante el curso de invierno 1928-1929, y que ha servido como obligado elemento de consulta para el desarrollo de la parte doctrinal de este discurso. Amplias y más modernas indicaciones bibliográficas se encuentran en los «Exposés de Biometrie et de Statistiques Biologique» que forman parte de la colección «Actualités Scientifiques et industrielles» y, especialmente, en el fascículo V: V. Volterra. — U. d'Ancona: «Les associations biologiques au point de vue mathématique».

Los principios en que se basa la construcción analítica de la teoría de los fenómenos hereditarios con un amplio desarrollo de la misma, se encuentran en dos trabajos fundamentales de Volterra: uno, la memoria titulada «Sur la

corresponder a las realidad de los hechos: la experiencia comprueba que dicho coeficiente incremental varía con el tiempo, es decir, es una cierta función (incógnita) $\mu(t)$ lo que obliga a substituir la ecuación anterior por esta otra:

$$\frac{dN}{dt} = \mu(t)N,$$

cuya integración, una vez fijada $\mu(t)$, daría la expresión de la función buscada $N(t)$.

Ahora bien; la propia observación atestigua que el coeficiente incremental $\mu(t)$ disminuye al crecer el número N de individuos de la especie, a causa, sobre todo, de la limitación de los medios de nutrición; admitiendo, pues, en primera aproximación que dicho coeficiente sea función lineal de N , es decir, $\mu(t) = \alpha - \beta N(t)$, siendo α y β dos constantes positivas), la integración de la ecuación da origen en tal caso a una función que se traduce gráficamente por la denominada «curva logística» de Pearl-Verhulst (análoga a la que representa la marcha en ciertas reacciones químicas), que ha sido objeto de diversas comprobaciones experimentales en la propagación de determinadas enfermedades infecciosas.

Pero dejando aparte el hecho de servir como obligado preliminar para la construcción de la teoría, el caso de una sola especie que se desarrolla aisladamente, ofrece escaso interés en el análisis de las asociaciones biológicas: los estudios de parasitología y entomología han puesto de manifiesto que el verdadero problema estriba en conocer las mutuas reacciones entre especies coexistentes en un mismo medio o campo de nutrición, o que presentan características parasitarias unas respecto de otras, y cuyo ejemplo más simple lo constituye el caso de dos especies animales E_1 y E_2 que se nutren en un mismo medio. Si la cantidad de alimento fuese inagotable, los números $N_1(t)$ y $N_2(t)$

theorie mathématique des phénomènes héréditaires» (*Journal des Mathématiques*, t. VII, fasc. III); otro, la Conferencia: «*La teoria dei funzionali applicata ai fenomeni ereditari*», desarrollada por el autor en el Congreso Internacional de Matemáticas de Bologna en 1928. (Véanse las Actas de dicho Congreso. Tomo I, pág. 215.)

Por lo que concierne a las comprobaciones experimentales de la teoría y a más de las conclusiones que figuran como apéndice en las últimas páginas de la monografía de Volterra antes citada, puede verse también el fascículo IX de los «*Exposés de Biometrie*», donde F. Gause expone sus ideas, en algunos aspectos divergentes de las de Volterra y otros autores.

de individuos de cada especie en un instante t , vendrían dados como soluciones de las respectivas ecuaciones:

$$\frac{dN_1}{dt} = \mu_1 N_1 \quad \text{»} \quad \frac{dN_2}{dt} = \mu_2 N_2$$

(siendo μ_1 y μ_2 , los correspondientes coeficientes incrementales), obteniéndose como en el caso anterior que $N_1(t)$ y $N_2(t)$ son de tipo exponencial.

Sin embargo, y al igual que antes, la hipótesis de una cantidad ilimitada de los medios de nutrición no está de acuerdo con lo que generalmente se da en la Naturaleza; ello conduce a modificar los coeficientes μ_1 y μ_2 , considerándolos no constantes en el transcurso del tiempo, sino como funciones decrecientes de N_1 y N_2 , con lo cual, en lugar de las dos sencillas ecuaciones anteriores, hay que considerar un sistema diferencial de la forma:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dN_1}{dt} &= [\alpha_1 - \beta_1 f(N_1, N_2)] N_1 \\ \frac{dN_2}{dt} &= [\alpha_2 - \beta_2 f(N_1, N_2)] N_2 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

siendo $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$, ciertas constantes positivas y $f(N_1, N_2)$, la función que representa la cantidad de alimento devorado por ambas especies en la unidad de tiempo; función sometida a determinadas condiciones analíticas impuestas por la índole misma del problema y que en primera aproximación, y por analogía al caso de una sola especie, cabe suponer que sea de tipo lineal, es decir: $f(N_1, N_2) = \alpha_1 N_1 + \alpha_2 N_2$, con lo que el sistema diferencial anterior se integra inmediatamente por cuadrantes, obteniéndose la importante relación:

$$\frac{N_1^{\beta_2}}{N_2^{\beta_1}} = K e^{(\alpha_1 \beta_2 - \alpha_2 \beta_1) t} \quad \text{» (K constante)}$$

de la cual, y descartado el caso poco probable en que: $\alpha_1 \beta_2 - \alpha_2 \beta_1 = 0$, mediante sencillos razonamientos que omitimos para abreviar, se

llega a la conclusión de que al crecer el tiempo, una de las especies tiende a desaparecer, en tanto la otra tiende a un estado de equilibrio numérico, consecuencia que es asimismo válida en el caso más general del sistema diferencial (1) como demuestra un análisis a fondo de sus integrales (*).

En lugar de suponer que las dos especies E_1 y E_2 se nutren de un mismo alimento, cabe considerar que una de ellas E_1 , es parásita de la otra E_2 , la cual dispone teóricamente de alimento en cantidad ilimitada. En tal caso, y observando que si ambas especies estuviesen aisladas los coeficientes incrementales respectivos habrían de ser de signos contrarios, mediante consideraciones análogas a las anteriores se llega al sistema diferencial

$$\left. \begin{aligned} \frac{dN_1}{dt} &= (\alpha_1 - \beta_1 N_2) N_1 \\ \frac{dN_2}{dt} &= -(\alpha_2 - \beta_2 N_1) N_2 \end{aligned} \right\}$$

que por integración conduce a una relación entre N_1 y N_2 , cuya representación gráfica constituye el denominado «ciclo de fluctuaciones», dando origen a tres leyes fundamentales relativas a la «periodicidad» de las fluctuaciones; la de conservación de los valores medios del número de individuos con independencia de los valores iniciales, y la que rige las perturbaciones de dichos valores medios cuando los individuos de cada especie experimentan una destrucción uniforme y proporcional a su respectivo número.

Bien que las consideraciones precedentes puedan generalizarse al caso de un número cualquiera de especies que se disputa un mismo medio nutritivo, partiendo de un sistema diferencial de la forma:

$$\frac{dN_r}{dt} = [\alpha_r - (\beta_r N_1 + \gamma_r N_2 \dots + \lambda_r N_n)] N_r$$

(r = 1, 2, ... n)

(*) Vid. Volterra: «*Leçons sur la theorie mathématique de la lutte pour la vie*» (págs. 10 y siguientes).

cuando se trata de varias especies entre las cuales figuran algunas parásitas de otras, el planteo de las ecuaciones que sirven de base al análisis de las fluctuaciones se alcanza directamente por un interesante procedimiento debido asimismo a Volterra, conocido con el nombre de «método de los choques o coincidencias», análogo al que se utiliza en física molecular para el desarrollo de la teoría cinética de gases recurriendo al concepto de probabilidad; de este modo y admitidas determinadas hipótesis suplementarias inherentes a la existencia de ciertos coeficientes denominados «equivalentes» que traducen analíticamente los efectos de la transformación íntegra e inmediata de una especie en otra, y que en primera aproximación se expresan por las inversas de los pesos medios de los individuos de cada especie, se obtiene un sistema diferencial del tipo:

$$\frac{dN_r}{dt} = \left(\alpha_r + \frac{1}{\rho_r} \sum_{s=1}^{s=n} a_{sr} N_s \right) N_r$$

$$(r = 1, 2, \dots, n) \quad \gg \quad [a_{sr} = -a_{rs} \quad a_{rr} = 0]$$

del cual se deduce inmediatamente que si todos los coeficientes incrementales son negativos, las especies tenderán a agotarse, mientras que si dichos coeficientes son todos positivos, el número de individuos de cada una de ellas crecerá indefinidamente con el tiempo. Además, en el caso de ser par el número n de especies coexistentes, las ecuaciones del «estado estacionario» que resultan igualando a cero los coeficientes de N_r en las ecuaciones anteriores, resultan, en general, compatibles: en tales condiciones y valiéndose de consideraciones analíticas relativas al crecimiento de ciertas funciones de tipo exponencial, se llega a la interesante conclusión de que el número de individuos de cada una de las especies permanece acotado entre dos límites positivos, pudiendo darse diversas circunstancias, a saber: que algunos de esos números tiendan a cero, es decir, que las respectivas especies presenten tendencia hacia el agotamiento, en tanto otros manifiesten fluctuaciones (amortiguadas o no), pudiendo asimismo ocurrir que converjan asintóticamente «en media» hacia límites finitos y determinados no nulos. En este último caso, un estudio más a fondo del problema, hace ver que dichos límites asintóticos coinciden precisamente con los valores correspondientes al estado estacionario (cuya existencia exige necesariamente que los coeficientes incrementales no

sean todos de un mismo signo), el cual tiene carácter «estable», es decir, los desvíos del mismo pueden ser reducidos tanto como se quiera sin más que tomar los valores iniciales suficientemente próximos a lo que corresponden al mencionado estado estacionario.

Si, por el contrario, el número de especies coexistentes fuese impar, la discusión de las soluciones del sistema diferencial anterior conduce a interesantes conclusiones de carácter teórico, entre ellas la imposibilidad, tanto de que las especies coexistan manteniéndose el respectivo número de cada una de ellas entre límites finitos, cuanto que alguna pueda multiplicarse indefinidamente. Por otra parte, si una sola de tales especies tendiese a desaparecer, el número total de las mismas llegaría a convertirse en par, con lo que la cuestión quedaría reducida al caso anteriormente indicado.

Un análisis más detenido del sistema diferencial en cuestión (*) permite hacer ver que las leyes anteriormente mencionadas para una asociación constituída por dos solas especies biológicas, subsisten para el caso de un número cualquiera de ellas, excepción hecha de la

(*) Designado por q_1, q_2, \dots, q_n , las raíces del sistema de ecuaciones:

$$\alpha_r - \sum_{s=1}^{s=n} P_{rs} N_s = 0$$

que definen el estado estacionario de un sistema constituído por la asociación de n especies biológicas, y haciendo para abreviar $N_s = q_n n_r$, ($s=1, 2, \dots, n$), las ecuaciones diferenciales que definen las fluctuaciones del sistema pueden escribirse en la forma:

$$\frac{dn_r}{dt} = n_r \sum_{s=1}^{s=n} P_{rs} q_s (n_s - 1)$$

de las cuales, haciendo $n_s = 1 + v_s$, y despreciando — al igual que se hace en Mecánica en la teoría de los pequeños movimientos de un sistema definido por las coordenadas lagrangianas (q_1, q_2, \dots, q_n) — los dobles productos $v_r v_s$, la fórmula anterior queda reducida a:

$$\frac{dv_r}{dt} = \sum_{s=1}^{s=n} P_{rs} q_s v_s$$

de la cual se sigue:

$$\sum_{r=1}^{r=n} v_r \frac{dv_r}{dt} = \sum_{r=1}^{r=n} \sum_{s=1}^{s=n} P_{rs} q_s v_r v_s$$

Si se trata de un sistema «conservativo» en el que q_s representa el valor medio de cada individuo de la especie E_s , el segundo miembro de la fórmula

que concierne a la periodicidad de las fluctuaciones. Por lo que hace referencia a los valores medios asintóticos, que al igual que antes corresponden a los del estado estacionario, interesa hacer notar que aunque dependen, en general, de las condiciones iniciales, resultan ser proporcionales a determinados coeficientes que son independientes de aquéllas.

Según queda advertido, el crecimiento indefinido de alguna de las especies que conviven en un medio, constituye una consecuencia puramente teórica de la estructura de las ecuaciones que plantean el problema y cuya validez, según acredita la experiencia, desaparece con el propio crecimiento del número de individuos que motiva determinadas acciones, en cierto modo análogas a los frotamientos internos de un sistema material, cuyos efectos se traducen por un amortiguamiento de las fluctuaciones.

Ello conduce, al igual que en los casos anteriores considerados, a substituir los coeficientes incrementales α_r que figuran en el sistema diferencial anterior, por expresiones de la forma $\alpha_r - \beta_r N_r$, con lo cual dicho sistema queda reemplazado por este otro:

$$\frac{dN_r}{dt} = (\alpha_r - \sum_{s=1}^{s=n} \rho_{rs} N_s) N_r$$

en las que, aparte de los coeficientes α_r relativos a las causas constantes de aumento o disminución de cada especie, aparecen ciertas formas lineales a coeficientes cualesquiera ρ_{rs} del número de individuos que en cada una de ellas figuran, y son representativas de sus acciones recíprocas.

Ahora bien; si la presencia de cada individuo de la especie E_r se

anterior resulta nulo como demuestra un sencillo razonamiento, y por tanto se tendrá:

$$\sum_{r=1}^{r=n} v_r \frac{dv_r}{dt} = 0$$

que por integración da:

$$\sum \frac{1}{2} v_r^2 = 0$$

relación que expresa la constancia de la fuerza viva o energía cinética del sistema. De aquí el nombre de «conservativo» que se aplica a tales sistemas. (Vid. Volterra, Loc. cit., págs. 105 y 147).

valora por un coeficiente o parámetro positivo, cuyo valor medio es λ_r , el «valor medio de la asociación» será evidentemente $V = \sum_{r=1}^{r=n} \lambda_r N_r$,

con lo cual las ecuaciones anteriores hacen ver que la variación infinitesimal del valor medio de la asociación biológica, puede considerarse como resultante de otras dos: una debida a causas constantes o de carácter extrínseco, y otra procedente de las acciones mutuas entre los individuos que la constituyen; variaciones componentes que vienen definidas respectivamente por:

$$\frac{dV_1}{dt} = \sum_{r=1}^{r=n} \lambda_r \alpha_r N_r$$

$$\frac{dV_2}{dt} = \sum_{r=1}^{r=n} \sum_{s=1}^{s=n} \lambda_r \rho_{rs} N_r N_s$$

Especial interés teórico ofrecen aquellas asociaciones en las que los valores medios λ_r son tales que anulan el segundo miembro de la última igualdad, en cuyo caso el valor V_2 de la asociación correspondiente a las acciones recíprocas entre las especies coexistentes permanece constante. Una asociación biológica en la que se da esta condición se denomina — por analogía a ciertos sistemas mecánicos — (1) de tipo «conservativo», en oposición a las llamadas «disipativas», en las que con mayor o menor intensidad las acciones entre los individuos tienden a disminuir el valor medio total de la asociación en el transcurso del tiempo.

* * *

En los razonamientos que conducen a los diversos sistemas diferenciales anteriormente indicados, se admite implícitamente, que el estado de un sistema o asociación biológica constituido por dos o más especies, queda determinado sin más que conocer las condiciones iniciales, definidas analíticamente por los valores de las constantes que aparecen en la integración de los aludidos sistemas; mas esta hipótesis que va involucrada en el mismo método que sirve para el planteo del problema, no es rigurosamente válida, dado que el incremento

o disminución del número de individuos de las especies coexistentes es, frecuentemente, no única e «instantánea» consecuencia de la variación infinitesimal de las condiciones del medio, sino de todo el «proceso» o «historia», porque atravesó el sistema considerado a partir del momento inicial, y de lo cual deriva el carácter «hereditario» que, en general, deberá atribuirse a las evoluciones de los sistemas biológicos, análogamente a lo que acontece en determinados fenómenos de histéresis que se presentan en elasticidad y electromagnetismo (*).

Esa mayor complejidad del problema exige para su planteo recursos analíticos más potentes que los de las simples ecuaciones diferenciales (las cuales únicamente traducen las variaciones infinitamente próximas de un fenómeno), a fin de reflejar en cada instante el proceso íntegro del sistema a partir de su estado inicial; recursos que según queda ya advertido, se encuentran precisamente a dentro de la teoría de las ecuaciones integrales e integrodiferenciales, a su vez incluida dentro del más amplio dominio de la teoría general de funcionales, a cuya sistematización y desarrollo tanto han contribuído los trabajos e investigaciones del Profesor Fantappiè, de la Universidad de Roma, actualmente entre nosotros.

Un primer ejemplo que permite hacer patente la necesidad de acudir al empleo de esos métodos analíticos, se presenta ya cuando se trata de estudiar la disminución que experimenta el número de gérmenes en determinados cultivos bacteriológicos a causa de la presencia de productos catabólicos originados por los propios gérmenes.

Suponiendo que $N(0)$ individuos de una especie bacteriológica

(*) A fin de evitar todo posible equívoco, conviene especificar el alcance bien distinto que debe atribuirse a la noción de «*factor hereditario*» en las cuestiones concernientes a las asociaciones biológicas a que aquí se alude, respecto al que tal locución tiene en los dominios de la Genética, en los problemas relativos a la transmisión de caracteres por herencia (mendelismo, atavismo ,etc.), origen de una copiosísima bibliografía de carácter predominantemente experimental y descriptivo. Por el contrario, estas *acciones hereditarias* a que aquí nos referimos y que han motivado asimismo una interesantísima bibliografía en el orden teórico-especulativo, deben ser sobreentendidas como de tipo análogo a las que intervienen en los citados fenómenos físicos: de aquí que se les aplique aquel mismo calificativo que no guarda relación con la acepción que tal vocablo posee en los dominios clásicos de la Biología.

También interesa hacer notar la diferente orientación que, con respecto a los métodos que sirven de base a los estudios de Volterra, presentan los trabajos de Polya para abordar ciertos problemas concernientes al contagio y a la herencia mediante la aplicación de la teoría de las variables aleatorias en cadena (Vid. Polya: «*Sur quelques points de la theorie des probabilités*» (*Annales de l'Institut H. Poincaré*. Vol. I, pág. 116).

existentes en el intervalo $(\theta, \theta + d\theta)$, produzcan al cabo de un tiempo t una intoxicación del medio expresada por $N(\theta)f(t-\theta)d\theta$, el coeficiente que expresa la variación total negativa de la especie vendrá expresado por:

$$\int_0^t N(\theta) f(t-\theta) d\theta$$

del que habrá que disminuir el coeficiente incremental que aparece en la respectiva ecuación diferencial primitivamente indicada, con lo cual quedará substituída por esta otra:

$$\frac{dN}{dt} = [\alpha - \rho N(t) - \int_0^t N(\theta) f(t-\theta) d\theta] N(t)$$

que, como se ve, resulta ser de tipo íntegro-diferencial.

Consideraciones, en cierto modo análogas, son aplicables a las asociaciones constituídas por dos o más especies biológicas: ello obliga a substituir el respectivo sistema diferencial por este otro más general:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dN_1}{dt} &= [\alpha_1 - \beta_1 N_2(t) - \int_{-\infty}^t N_2(\theta) f_1(t-\theta) d\theta] N_1(t) \\ \frac{dN_2}{dt} &= [\alpha_2 - \beta_2 N_1(t) - \int_{-\infty}^t N_1(\theta) f_2(t-\theta) d\theta] N_2(t) \end{aligned} \right\}$$

ecuaciones en las que f_1 y f_2 son funciones sujetas a determinadas restricciones, entre las cuales hay que destacar la de que, si la acción hereditaria es de duración limitada, deban anularse tales funciones para valores de su variable o argumento superiores a un cierto límite; en estas condiciones, la existencia de soluciones finitas y determinadas del sistema íntegro-diferencial anterior, permite afirmar — análogamente a lo que acontece en determinados sistemas dinámicos en los que la evolución futura de los mismos puede determinarse conocidas las fuerzas exteriores y los desplazamientos durante un período de tiempo igual al del efecto de la acción hereditaria — la posibilidad de determinar las fluctuaciones por que habrá de atravesar una asociación

biológica en torno a su posición de equilibrio, cuando se conocen las que tienen lugar durante un intervalo igual al de la acción de los factores hereditarios.

Desde el punto de vista analítico, esta analogía entre los sistemas mecánicos y biológicos, que conduce a la clasificación de estos últimos en «conservativos» y «disipativos» anteriormente indicada, se puede hacer patente de modo inmediato en el caso de dos únicas especies coexistentes, considerando un sistema dinámico o un solo grado de libertad, cuya configuración queda caracterizada en cada instante por el valor de un cierto parámetro q , tal que la posición de equilibrio se traduce por la condición $q=0$ (*).

Si F es la resultante de las fuerzas directamente aplicadas al sistema, es bien sabido que las ecuaciones de Lagrange conducen a una relación diferencial de la forma:

$$\frac{d^2q}{dt^2} + bq = F$$

Mas cuando el estado o configuración del sistema en cada instante, depende de todo el proceso por que atravesó el mismo anteriormente, y el efecto de la «acción hereditaria» se asimila al de una nueva fuerza H que actúa sobre el sistema en cuestión, la ecuación diferencial anterior debe ser evidentemente reemplazada por la que resulta de substituir en el segundo miembro de ésta F por $F + H$.

Para caracterizar la expresión de H se postulan determinadas hipótesis, a saber: el «carácter lineal» de la acción hereditaria; la «invariabilidad» de la misma en cada instante, y su efecto «disipativo» o tendencia a contrarrestar los desplazamientos del sistema de su posición de equilibrio; estas condiciones conducen a adoptar la siguiente representación (**):

$$H = \int_{-\infty}^t \varphi(t - \theta)q(\theta)d\theta = \int_0^{\infty} \varphi(\theta)q(t - \theta)d\theta.$$

(*) Las consideraciones aquí expuestas son reflejo de las ideas desarrolladas por el Profesor Volterra en su conferencia del Congreso Internacional de Matemáticas anteriormente mencionado.

(**) Si la acción hereditaria fuese de duración limitada, es decir, cesase su efecto al instante T_0 , deberá verificarse $\varphi(\theta) = 0$, para $\theta > T_0$, con lo cual

siendo $\varphi(\theta)$ una cierta función no negativa, decreciente; con ello la ecuación del sistema dinámico considerado, toma la forma siguiente:

$$\frac{d^2q}{dt^2} + bq = \int_0^{\infty} \varphi(\theta)q(t - \theta)d\theta + F.$$

que mediante fáciles consideraciones (*) puede identificarse con un sistema integrodiferencial de tipo análogo al anteriormente considerado relativo a las fluctuaciones de las asociaciones biológicas de índole hereditaria, y a las cuales, admitidas determinadas hipótesis que aseguran la existencia y unicidad de la solución de tal sistema, pueden hacerse extensivas las leyes ya mencionadas que regulan las variaciones del número de individuos de cada especie constitutiva de la asociación.

* * *

Consecuencias interesantes de esta identificación analítica entre los sistemas mecánicos y biológicos de carácter hereditario, son las que se deducen de las respectivas ecuaciones energéticas fundamentales al interpretar la forma integral de las mismas, y que en el caso de no existir equilibrio, expresan que el trabajo realizado por las fuerzas exteriores en el tránsito del sistema de un estado a otro, supera a la variación de la energía mecánica correspondiente (suma de las energías cinética y potencial); lo que equivale a decir que existe una cierta fracción de aquel trabajo que no se transforma en energía y de lo cual resulta, como inmediato corolario, que en el caso de no existir fuerzas exteriores, la energía del sistema deberá ir amortiguándose. Esta conclusión, unida a la imposibilidad de movimientos espontáneos o fluctuaciones de carácter periódico en los sistemas biológicos estacionarios, según resulta del análisis de las ecuaciones antes aludidas, conduce a plantear una de las cuestiones más delicadas en los dominios de la energética: la de la significación y alcance del segundo principio de la Termodinámica en las asociaciones biológicas.

la integral que aparece en las fórmulas deberá quedar únicamente extendida al intervalo $(0, T_0)$.

Obsérvese que con la notación propia de la teoría de funcionales, la acción hereditaria puede representarse simplemente por el funcional:

$$H = F[q(\theta)]$$

(*) Véase la monografía de Volterra reiteradamente citada, pág. 150.

Es bien sabido que dicho segundo principio, conocido también con el nombre de teorema de Carnot-Claussius o del incremento de la entropía, y que puede considerarse como un principio de evolución en virtud del cual la energía total del Universo tiende a degradarse a consecuencia de la irreversibilidad de los fenómenos físico-químicos, ha sido considerado como la línea divisoria o fronteriza entre aquéllos y la categoría de los fenómenos vitales.

Frente a esta posición, cuyos orígenes parecen radicar en las ideas de Helmholtz, posteriormente adoptada por los partidarios de la filosofía bergsoniana, aparece la tendencia «física» a base de una explicación puramente mecánica de los fenómenos de la vida, implicativa del determinismo biológico, a pesar de lo cual no ha podido concluir, de modo categórico y en sentido afirmativo, la validez del segundo principio de la Termodinámica (*) para tal clase de fenómenos.

Sin entrar en el fondo de cuestión tan debatida en el campo de la filosofía científica, a la que recientemente ha aportado interesantísimas y originales ideas el Profesor Fantappié en su *Teoría unitaria de la causalidad y finalidad en los fenómenos físicos y biológicos fundada en la mecánica ondulatoria y relativista* (**), y refiriéndonos, *no ya al sistema formado por un solo organismo, animal o vegetal* (recuérdese que el principio de Carnot-Claussius supone un sistema aislado, caso prácticamente irrealizable en la realidad de la Naturaleza), *sino al constituido por la asociación de un gran número de organismos de varias especies coexistentes*, se presenta espontáneamente una tentativa de explicación de las fluctuaciones que tienen lugar en dichas asociaciones, como una compensación que contrarreste los efectos de la degradación energética a que se refiere el mencionado principio, bien gracias a la acumulación de energía de unas especies a costa de otras, ya a la utilización y transformación de ciertas formas de la misma (radioactividad, energía intraatómica, etc.) por parte de determinados microorganismos, contribuyendo al equilibrio de la Naturaleza; posi-

(*) Vid. F. Enriquès, *Problemi della Scienza*, págs. 409 a 413.

(**) Las ideas del Profesor Fantappié fueron expuestas por el propio autor en las conferencias que hubo de desarrollar en las Reales Academias de Ciencias de Madrid y Barcelona, a fines del año 1942. Un resumen de esas conferencias apareció bajo el indicado título en las páginas de la *Revista Matemática Hispano-Americana*, tomo III, 1944, pág. 82. Con mayor amplitud y más acusadas directrices la teoría se halla expuesta en su obra *Principi di una Teoria Unitaria del Mondo fisico e biologico* (Roma, 1944), y de la cual aparecerá en breve la versión española.

bilidad de explicación que únicamente enunciamos sin aventurarnos al terreno de las conclusiones que resultarían todavía prematuras. Si los esquemas analíticos a que antes aludimos conducen a determinadas consecuencias y conclusiones, es únicamente la investigación experimental de determinados procesos biológicos la que puede legitimarlas.

* * *

Mas hora va siendo ya de poner término a estos párrafos que mi lápiz fué trazando tras de no escasas fatigas, procurando aminorar la que vosotros habríais de experimentar al escucharme; pero no he de dar fin a la tarea sin agregar — con la venia de las autoridades y dignidades eclesiásticas que nos honran con su asistencia — unas palabras finales.

La voz augusta de Pío XII dejóse oír una vez más en la primavera última en angustioso y apremiante llamamiento dirigido a todos los países en demanda de mutuas ayudas que contribuyan a la reconstrucción del mundo lleno de dolor y de ruinas que nos legó la guerra (*). Con escaso intervalo a esa Alocución de Su Santidad, apareció una Pastoral de nuestro Venerable Prelado trazando las consignas que, como obligadas normas de conducta, deben ser adoptadas frente al pavoroso problema derivado de la escasez de alimentos y materias primas en que actualmente se debaten muchos pueblos y cuyas repercusiones — bien que providencialmente aminoradas — alcanzan también a nuestra Patria (**).

Y por una nueva y todavía más feliz asociación de ideas que aquella otra que me condujera de las páginas de Fabre a la teoría matemática de la lucha por la vida — y que ciertos eruditos calificarían como productos del subconsciente, cuando en esencia son los destellos con que Dios guía a los hombres en los senderos de sus trabajos — vinieron a mi memoria aquella Alocución Pontificia y aquella Pastoral del señor Obispo, cuando tocaba a su fin la redacción de la parte puramente doctrinal de este discurso, durante la cual había reflexionado reiteradamente sobre la posibilidad de encuadrar dentro de aquella teoría, y como uno de tantos aspectos de las luchas biológicas, las cuestiones que suscita la citada carestía. ¿No será acaso ésta, me preguntaba, una simple consecuencia del «parasitismo» de la especie humana, cuyos efectos se traducen por

(*) *Cristiandad*, núm. 52, pág. 209.

(**) *Ibid.*, pág. 211.

esa «degradación» de materias en que el mundo se debate, problema que — con sus peculiares características — podría abordarse por métodos similares a los de las escalas inferiores?

Como respuesta a esta pregunta acudieron a mi mente aquellas sublimes palabras del Salmista (*): «Toda la tierra está llena de la misericordia del Señor», haciéndome comprender la inutilidad de intentar el planteo, dentro del terreno de la ciencia pura, de un problema artificialmente creado por la desmesurada codicia de los hombres dominados por el sentido materialista de la vida: era necesario abandonar las rutas del racionalismo científico, cuya meta fatal era el agnóstico ¡*Ignorabimus!* con que Du Bois Reymond cerrara su discurso acerca de los límites de la ciencia de la Naturaleza, manteniéndose en los caminos trazados por los principios de la Sociología cristiana que con tan profundo sentido espiritual y humano acomodado a las actuales circunstancias nos recordaba el Santo Padre (**), y por donde únicamente podía encontrarse la solución deseada; reconstrucción a la que responden fundamentalmente las directrices de ese movimiento que, bajo el expresivo título de «Pax Romana», tiende a agrupar a ciertos sectores de la intelectualidad, y en el que la Universidad española tiene reservada una misión de elevada trascendencia, como anticipadamente señalara ya el doctor Díaz en su magnífico discurso de 1944 (***)).

Mas esa intervención de los intelectuales — y ahora vuelvo a dirigirme a la masa escolar que, por la natural renovación de generaciones, deba tal vez enfrentarse con nuevos y más agudizados problemas — exige no sólo un conocimiento adecuado y profundo de las realidades mundiales (****) a fin de evitar peligrosas tendencias de tipo internacional que parecen surgir en los momentos actuales y que pudieran desvirtuar el sentido de aquel movimiento de paz y de concordia; obliga también a una mayor intensificación del sentido espiritual de

(*) *Libro de los Salmos*, XXXII, 5.

(**) Un compendio de *Sociología cristiana*, especialmente adecuado para la juventud universitaria, se debe al Dr. D. José M.^a Llovera, Canónigo de la Catedral de Barcelona y Profesor de Religión de nuestra Universidad.

(***) E. Díaz, *Misión social de la Universidad*. Discurso inaugural del año académico 1944-1945.

(****) Véanse las observaciones acerca de la formación de las *élites* y elementos directivos por el doctor Jorge Kibedi, delegado húngaro de «Pax Romana» (*Cristiandad*, núm. 35, pág. 267), reiteradas por el P. Lachance, Profesor de Filosofía de Montreal, en su conferencia del Congreso de «Pax Romana» celebrado en El Escorial en junio pasado.

la vida y a una inquebrantable fidelidad a los principios que deben informar la actuación de un caballero cristiano y que son característicos del genio y virtudes de la raza.

F I N

AGUSTÍN NÚÑEZ

IMPRESOR

PARÍS, 208

BARCELONA



