

00361

12

2ej

EL ORIGEN DE LA VIDA.
UNA VISION HISTORICA Y EPISTEMOLOGICA

Tesis que presenta ADOLFO OLEA FRANCO
para optar por el grado de M. en C.
(Biología)

FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

1987

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EL ORIGEN DE LA VIDA. UNA VISION HISTORICA Y EPISTEMOLOGICA

Resumen de la tesis que presenta el Biól. Adolfo Olea Franco para optar por el título de M. en C. (Biología)

El origen de la vida se constituyó como problema de investigación teórica y experimental con el surgimiento de las primeras teorías evolutivas durante los últimos años del siglo XVIII y los iniciales del XIX. Todos los mitos cosmogónicos de la antigüedad, de orientación materialista o idealista, intentaban responder la cuestión no del origen primario de la vida, sino del origen de los animales y plantas en sus especies actuales: todos los organismos tendrían un origen contemporáneo. En la teoría lamarckista de la evolución se encuentra la estructura conceptual que más adelante dirigirá los esfuerzos de autores como Haeckel, Bastian y Herrera por responder el enigma del origen de la vida: un origen poli-filético de la misma, su defensa de la generación espontánea y por tanto de la repetibilidad pasada y presente del origen de lo vivo a partir de lo inerte. En cambio, Darwin será la guía de los planteamientos de Oparin y Haldane: origen monofilético y heterotrófico de la vida, abandono del mecanismo de la generación espontánea, procesos evolutivos que llevan de lo inerte a lo orgánico y de lo orgánico a lo viviente, el origen primario de la vida queda circunscrito a un único período histórico del pasado.

A pesar de los experimentos con que Pasteur demostró la imposibilidad de generación espontánea de microorganismos, muchos naturalistas siguieron aceptando ese mecanismo como el único planteo materialista para explicar el origen de la vida. Quizá el único pensador que abandonó claramente en el siglo XIX la idea de generación espontánea para dar cuenta del origen de la vida, fue Spencer, quien logró incluso formular los conceptos de síntesis abiótica y evolución química.

La mayoría de las proposiciones sobre el origen de la vida de las décadas iniciales del siglo XX se caracterizan por: la defensa de una concepción de generación espontánea de la vida a nivel molecular (enzimas, virus, genes, coloides), la incapacidad para entender cuáles fueron las condiciones primigenias del planeta que posibilitaron la aparición de la vida, la ausencia de los conceptos de síntesis abiótica y evolución química, la incapacidad para comprender que entre lo químico y lo biológico debió mediar un proceso de transición evolutiva, la falta de claridad para sugerir un programa de investigación teórica y experimental sobre las diversas fases evolutivas en el origen de la vida, la comprensión de que lo viviente no es sólo una estructura sino también un proceso con historia, suponer que al ser imposible la síntesis abiótica de compuestos orgánicos los primeros vivientes debieron ser autótrofos. En la década de los veinte, Oparin y Haldane plantearon independientemente sus teorías sobre el origen de la vida en que estas dificultades son superadas. Esta convergencia teórica inauguró la concepción contemporánea sobre el origen de la vida y a lo largo de los últimos años se ha convertido en el paradigma más aceptado.

En México, Alfonso L. Herrera trabajó durante alrededor de cuarenta años (1900-1942) en la investigación experimental sobre el origen de la vida. Su teoría es muy diferente a la hoy reconocida como la más aceptada, pero su estudio revela por lo menos una coincidencia sorprendente con la teoría ortodoxa: la ambición de sintetizar vida en el laboratorio. La obra de Herrera se analiza tanto en el contexto de la ciencia internacional como en el de la nacional: la idea de que la ciencia es universal corresponde a una visión idealista de la investigación científica; la teoría de Herrera está fuertemente enraizada en el contexto de la ciencia mexicana, aunque aspiró a la universalidad.

La concepción herrerialana sobre el origen de la vida forma parte de la tradición evolutiva iniciada con Lamarck, intensamente teñida de un pensamiento determinista y de una reducción de lo biológico a lo físico y lo químico, así como de una incapacidad para historizar el fenómeno de lo viviente. Para no concluir este análisis histórico y epistemológico, en el último capítulo de la tesis se estudian los planteamientos de autores de los últimos veinte años que retornan a ideas de principios de siglo, abriendo con ello nuevas perspectivas (según algunos) o simples repeticiones (según otros). Todo el estudio presentado en la tesis se basó, siempre que fue posible, en el análisis de fuentes primarias.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION.....	1
II. DE LOS NATURALISTAS JONIOS A BUFFON: LA INEXISTENCIA DEL PROBLEMA DEL ORIGEN DE LA VIDA.....	19
Anaximandro, Lucrecio y el origen inicial de los seres vivos en sus especies actuales.....	21
La historia natural de los siglos XVII y XVIII: la armonía preestablecida por el Creador excluye el azar y la historia.....	31
Linneo y Buffon como primeros atisbos del pensamiento evolucionista necesario para plantearse el origen primario de la vida.....	40
III. EL ORIGEN DE LA VIDA SE CONSTITUYE COMO PROBLEMA CIENTIFICO.....	53
La generación espontánea y el origen primario de la vida en las teorías de los primeros evolucionistas: Erasmo Darwin y Lamarck....	57
Darwin: el irrepetible origen monofilético de la vida.....	60
Pasteur, la generación espontánea y el origen de la vida.....	65
Spencer y el primer planteamiento de síntesis abiótica y evolución química: origen de la vida mediante evolución y no por generación espontánea.....	65
Haeckel, las moneras y la generación espontánea inicial y presente de la vida.....	66
El último gran defensor de la generación espontánea pasada y presente de microorganismos completos: Bastian.....	70
El problema del origen de la vida hacia finales del siglo XIX y principios del XX.....	73
IV. ALFONSO L. HERRERA, LA PLASMOGENIA Y LA CREACION ARTIFICIAL DE VIDA EN EL LABORATORIO.....	77
La vida de Alfonso L. Herrera.....	80
Su obra en el contexto internacional.....	85
Paralelos entre el mundo mineral y el mundo viviente.....	87
El origen mineral y autotrófico de la vida.....	91
Orígenes múltiples de la vida. ¿Limitación o creación de la vida?.....	100
Dos compañeros teóricos de Herrera: Renaudet y Benedikt.....	119
Plasmogenia, fabricación de un homúnculo y eugenesia.....	124
La concepción filosófica, política y moral de Herrera.....	131
Herrera se defiende de sus detractores.....	135

V. ALGUNAS TEORIAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

Henderson: la evolución biológica fue precedida por la cósmica.....146

Troland o todo es explicable mediante una sola causa: las enzimas y el origen de la vida, la evolución, la herencia y el metabolismo.....149

Muller: el gen desnudo como principio y organizador de la vida.....154

Osborn: las bacterias nitrificantes y el origen de la vida.....156

Oparin: la síntesis abiótica, la evolución química y el origen heterotrófico de la vida.....163

Haldane: la sopa primigenia y el origen anaerobio y heterotrófico de la vida.....176

VI. PARA NO CONCLUIR: LOS PROBLEMAS TEORICOS "SUPERADOS" SIGUEN PRESENTES.....181

Cairns-Smith: una defensa actual del origen mineral de la vida.....182

Woese, las metanógenas y el origen autotrófico de la vida.....189

La síntesis de vida en el laboratorio: una ambición no superada ni lograda191

¿Qué significa que algo esté vivo en el contexto del origen de la vida?.....205

BIBLIOGRAFIA.....219

I. INTRODUCCION

Hasta el momento, la historia de las ciencias ha sido predominantemente la historia de las ciencias en Europa. Aunque ha existido interés por la ciencia en la antigüedad -china, árabe, maya, inca-, se ha prestado poca atención a las actividades de investigación científica en los países que antes fueron colonias y hoy son precariamente independientes.

Lo mismo ocurrió antes en lo que respecta a la historia económica, política y cultural. Dado que los países europeos han dominado el mundo en los últimos cinco siglos, y que con esa hegemonía se inauguró una historia propiamente mundial, los estudiosos europeos y los provenientes del ámbito colonial se dedicaron a reconstruir el curso seguido por la sociedad y la cultura par excellence, a saber, la que se considera heredera de la tradición grecolatina.

Si se quería gozar de la poesía, la pintura o la música debía acudirse a los creadores europeos. Del mismo modo, nuestros científicos concordaban en la necesidad de estudiar la ciencia europea -representada en figuras como Galileo, Newton, Linneo, Darwin-, como paso indispensable en la búsqueda de una ciencia propia. De hecho, la lectura de los científicos nacionales pasaba a segundo plano, e incluso podía no ser recomendable mientras no se conociese la obra de los grandes.

Esta desconfianza por los productos autóctonos no ha cambiado mucho. Nuestras ciencias naturales, en mucho mayor medida que las ciencias sociales y las humanidades, siguen trabajando sobre todo alrededor de los problemas que define la llamada ciencia internacional, que suelen ser la transfiguración teórica de los intereses imperialistas.

Se ha avanzado en la interpretación de nuestra historia e incluso en la creación de esquemas teóricos propios. Fueron necesarios muchos años para elaborar una explicación propia de lo que fue la conquista, la colonia, el comienzo de la vida independiente y lo que es la existencia siempre amenazada de nuestros países. Quizá sean necesarios muchos años más para que seamos capaces de recuperar la historia de las ciencias en los países llamados del tercer mundo. Seguramente, esa historia tendrá una riqueza menor que en el espacio europeo, pero la hemos explorado tan poco que resultaría precipitado decir que no hay nada en donde nuestras miradas ni siquiera se han posado.

El desarrollo económico dependiente en el marco capitalista llevó a que la investigación científica en los países coloniales tuviera un desarrollo raquíptico, dado que estos países se incorporaron al mercado mundial en formación como exportadores de recursos naturales y de productos agrícolas.

Aunque en los siglos XVII y XVIII el desarrollo de la ciencia no estuvo vinculado directamente a la producción industrial -sino más bien al desarrollo de las comunicaciones y del comercio, al conocimiento del planeta y de sus recursos naturales-, más adelante ha dependido fundamentalmente de su estrecha relación con la industria, y más recientemente con la guerra. De allí que la investigación científica haya logrado alcanzar niveles muy altos en los países de mayor industrialización: Inglaterra, Alemania, Francia, y después los Estados Unidos, la URSS, Japón.

La realidad de la ciencia, en lo que respecta a su grado de profundidad, los problemas que investiga, las aplicaciones que hace posibles, debe entenderse como parte del desarrollo social, en el doble sentido de causa y efecto, y no sólo como parte de las indagaciones intelectuales y de los esfuerzos por arrebatarse a la naturaleza sus misterios.

Una cierta imagen de lo que la ciencia es ha jugado un papel de ocultamiento o de relegación de la historia de la ciencia en los países dependientes. A mi juicio, sigue siendo dominante una concepción idealizada de la ciencia, como conocimiento necesariamente verdadero e independiente del contexto social, histórico y cultural. De este modo, en historia de las ciencias suele eliminarse todo aquello que no corresponda a esta imagen idealizada.

Todo lo que no resultó ser una buena representación de la realidad natural pasará a formar parte del museo de los errores del intelecto humano, y por ello mismo no formará parte de la historia de las ciencias. Quizá pueda concedérsele el título de historia de los mitos, de las ensoñaciones o de las ideologías, pero no el más noble de historia de las ciencias.

Con esta rejilla tan estrecha es posible excluir no sólo la ciencia dependiente, sino también la mayor parte de la historia de la misma ciencia europea, pues en cada período surgen infinidad de planteamientos que parecen ser parte del sedimento necesario para que puedan decantarse productos más procesados. Si nos olvidamos de las reconstrucciones maquilladas que muchos filósofos e historiadores de las ciencias han hecho de la labor de los

grandes científicos que se utilizan como ejemplos en los manuales de enseñanza del llamado "método científico", y nos adentramos en la complejidad del proceso de producción de conocimientos científicos, será más fácil aceptar - que para la historia de las ciencias es igualmente importante el estudio de los alquimistas que el de Lavoisier, el de Lamarck que el de Darwin; o, para referirnos a la cuestión que más adelante nos ocupará, el de Alfonso L. Herrera que el de Alexander I. Oparin.

Este efecto de exclusión de esa concepción idealizada de ciencia tiene consecuencias más drásticas en los países dependientes. A excepción de las investigaciones que producen conocimientos que podríamos llamar efectivos o empíricos (descubrimiento, localización y explotación de recursos naturales; levantamiento de la flora, la fauna; las regiones geográficas; descripción y tratamiento de las enfermedades), los aspectos de carácter más teórico parecen ser prescindibles. ¿Qué importancia puede tener para la historia de las ciencias -si esta se entiende como historia de los conocimientos verdaderos- saber cuál fue la reacción de los científicos latinoamericanos ante la obra de autores como Newton o Darwin?

Si se concibe que de lo que se hace la historia es de la CIENCIA, así con mayúsculas, y no de los intentos por conocer y explotar a la naturaleza; de las formas en que esos proyectos cognoscitivos están vinculados con proyectos sociales, económicos, filosóficos y morales; de la dependencia que esas investigaciones tienen de la existencia de instituciones que las alberguen y de fondos que las hagan posibles, así como de la conformación de "comunidades de científicos" en que los planteamientos sean sometidos a la crítica; en suma, del entendimiento de todo planteo como articulación de valoraciones, intenciones y ambiciones, entonces habría que centrar la atención en unos cuantos científicos -y de su trabajo destacar sólo aquello que concuerda con nuestro a priori- y considerar a todos los demás como defensores de una concepción y de una metodología ajenas al recto camino de la ciencia, -- que incluso tendría una vía certera para acceder al conocimiento. Vía que sólo algunos privilegiados han sabido desenredar para escapar del laberinto de las confusiones. Esa supuesta vía tiene un nombre y una fecha de nacimiento: el método científico que en el siglo XVII creó Galileo en sus investigaciones. El problema del conocimiento se reduce, así, a una cuestión técnica. Con ese tamiz, se puede exigir a todo pensador que siga o simule seguir los mismos pasos para demostrar la validez de sus planteamientos. Esto provoca

que parte de lo que hoy en día pasa por conocimiento científico no sea más que un conjunto de fintas o simulaciones, más que un ajustarse a ciertas reglas aunque el contenido sea de dudosa autenticidad.

Por el contrario, juzgamos que el problema del conocimiento debe plantearse con arreglo a cada contexto histórico-social y cultural. No todas las culturas han entendido por conocimiento lo que entiende el mundo occidental; las razones por las que se busca ese conocimiento y los fines a que se destina tampoco son siempre los mismos. Además, debe abandonarse el énfasis excesivo que se pone, al analizar este tipo de cuestiones, en caracterizar exclusivamente como verdaderos o falsos los planteamientos, sin preocuparse por conocer sus raíces y ramificaciones.

Quienes más interesados podemos estar en nuestra propia historia somos nosotros mismos. Es verdad que varios investigadores provenientes de los países industrializados se dedican a estudiar la historia de la ciencia en los países dependientes, y que para realizar tal tarea han debido abandonar la concepción de que tal historia es intrascendente. Sin embargo, la perspectiva desde la cual escriben esa historia es probablemente distinta a la que podemos adoptar nosotros, al igual que las razones por las que lo hacen.

Si el desarrollo de la investigación científica en nuestros países ha sido muy pobre, lo mismo ocurre pero acrecentado con los estudios sobre historia de las ciencias. Incluso se ha planteado que si no ha habido ciencia para qué queremos historiadores de las ciencias. A esta posición va añadida la exigencia de que los investigadores nacionales en esta área se dediquen a estudiar la historia de la ciencia de verdad, es decir, la que se hizo y hace en los países industrializados. Por ello no es extraño que quienes se autodefinen como investigadores serios en historia de las ciencias consideren como trabajos de nivel inferior los dedicados al estudio de la ciencia dependiente del pasado.

Aquí es necesario recordar que no se trata de estudiar la historia de la ciencia en el tercer mundo como si fuera un producto desligable de la ciencia europea. Más aún, es imposible hacer historia de la ciencia en los países coloniales si se carece de un buen conocimiento de la ciencia europea del período.

Para no darle a nuestros científicos el estatus de meras curiosidades

es necesario situarlos tanto en el contexto internacional como en el contexto nacional de historia de la ciencia. Si sólo se toma en cuenta el --marco internacional parecerán casi siempre, salvo escasas excepciones, casos anómalos, sólo dignos de ser citados como ejemplos de lo que la ciencia no es. En cambio, si se les coloca también en su contexto particular será más fácil comprender por qué hicieron o dejaron de hacer ciertas cosas, por qué sus ideas no alcanzaron una profundidad semejante a las de sus colegas europeos. Es decir, como toda reconstrucción histórica es al mismo tiempo una valoración -pues parte de criterios de inclusión y exclusión, así como de juzgar más o menos valiosos o significativos unos u --otros aspectos-, los procesos de producción del conocimiento deben estudiarse de acuerdo con el contexto real en que se desenvuelven, tanto en el plano histórico-social como en el plano teórico.

Claro está, así no se elimina la necesidad de determinar si la pretensión de verdad de un planteo científico es o no válida. El análisis de las circunstancias generales en que surge una idea científica sólo disminuye el énfasis excesivo en la cuestión de si algo es o no verdadero, para centrar la atención tanto en las fuentes de la misma, como en sus motivaciones y finalidades.

Con frecuencia se hacen afirmaciones que tienden a demostrar la irrelevancia de contextualizar la práctica científica. Por ejemplo, algunos han dicho que para aceptar la validez de las leyes de Newton carece de importancia señalar que están asociadas a una concepción mecanicista deísta, así como saber cuáles fueron las condiciones sociales, teológicas y políticas en que surgieron. Con la misma intención, otros han defendido que para aceptar la conclusión de Pasteur de que no es posible la generación espontánea de microorganismos basta con el resultado de los experimentos que realizó, lo cual implica que las razones políticas, teológicas y filosóficas que condujeron al rechazo de esa creencia deben ser ignoradas como causas determinantes.

∴ Sin embargo, en estas afirmaciones se confunden los términos de la discusión. Sin duda, en la actualidad la gente aprende las leyes de Newton y la imposibilidad de la generación espontánea sin colocar estos conocimientos en el contexto que los hizo posibles. Mas eso no implica que en la época en que surgieron hayan sido aceptados sólo por las evidencias observacionales o experimentales, o por su derivación supuesta de acuerdo con el método inductivo, sino también porque eran coherentes con otros -

planteamientos de la época en otros campos del conocimiento o de las creencias dominantes.

En las ideas de algunos científicos tercermundistas se advierte esencialmente el eco de proposiciones elaboradas por los científicos europeos, mientras que en otros existen innovaciones, nuevos puntos de vista. De lo que se trata es de saber cuándo y por qué se limitaron a repetir y cuándo, por el contrario, lograron producir puntos de vista propios.

Creo que tendría sentido intentar hallar en la obra de nuestros científicos las huellas del país y la cultura que la hace posible. Actualmente, nadie niega que la ciencia inglesa, la alemana y la francesa obedecen a estilos nacionales desde hace siglos, y que las investigaciones en esos países están relacionadas con diferentes posiciones filosóficas, políticas e incluso morales. ¿No sería posible y valioso encontrar en los científicos dependientes la forma en que sus ideas están vinculadas con la situación de sus países? Incluso si se mostrara que no están vinculadas sería un hallazgo a explicar; quizá podrían estar más relacionadas con las investigaciones que se realizan en el mundo industrializado que con la realidad del propio.

Con esta perspectiva, pueden plantearse preguntas que muestren la peculiaridad de ciertos científicos: ¿por qué surgió una teoría como la de Alfonso L. Herrera, que da una explicación materialista al problema del origen de la vida, en el único país latinoamericano en que la Iglesia ha sufrido dos derrotas históricas a manos de los liberales? ¿Podría haber aparecido un pensador así en un país predominantemente clerical? ¿Por qué surgió Ameghino en la Argentina, y sin embargo allá, con un mayor desarrollo del pensamiento evolutivo, no hubo quien investigara la cuestión del origen de la vida? En fin, de lo que se trataría es de devolverle a nuestra historia su interés, no concebirla como un simple eco.

El interés por nuestra historia científica va más allá de la recuperación de un pasado que desconocemos, pues tiene consecuencias para la forma en que hoy se hace investigación. Saber cómo y cuándo comenzó el desarrollo de ciertas áreas de investigación, por qué otras nunca lo iniciaron o lo suspendieron, cuál ha sido la repercusión en nuestro propio contexto de las investigaciones realizadas por los científicos nacionales (ya que a veces, como es el caso de Herrera, sus trabajos tuvieron una mayor proyec

ción internacional que nacional), cuánto ha sido el apoyo económico que la ciencia ha tenido, por qué la institucionalización de la ciencia ha sido tan pobre y de tan corta duración (varias instituciones de investigación fueron fundadas y luego eliminadas de un plumazo, a pesar del esfuerzo de años para crearlas), por qué nuestra ciencia no se ha integrado al "circuito internacional de la ciencia" a pesar de que muchos investigadores han puesto sus ojos sobre todo en la crítica de sus colegas de otros países, por qué la mayoría de nuestros científicos no han formado escuela ni dejado bibliotecas o laboratorios bien montados que sirvan como punto de partida a los nuevos investigadores, y saber muchas otras cosas semejantes puede contribuir al esclarecimiento de lo que significaría un proyecto de investigación científica nacional que tome en cuenta el contexto local sin desligarse del internacional, que produzca una ciencia de primera línea sin que eso signifique que debemos hacer las mismas investigaciones que los grandes monopolios de la ciencia imponen como supuestos problemas de frontera, como búsquedas del conocimiento por el conocimiento.

Desde mi punto de vista, la historia de las ciencias no se puede delimitar en nuestras naciones con los mismos criterios que en el mundo europeo. El objeto de la historia de las ciencias dependientes no es el mismo que el de las ciencias originales, tiene que ser tratado como un objeto derivado o surgido de un contexto distinto. Los objetos y procesos naturales que las ciencias estudian serían supuestamente los mismos, pero debe recordarse que los objetos y procesos que la ciencia investiga no son idénticos a los naturales, que son analizados de acuerdo con una visión teórica que destaca o encubre ciertos aspectos, que establece un marco interpretativo.

Los esquemas utilizados para estudiar la historia de las ciencias europeas son de indudable valor para nosotros. Empero, no estamos estudiando las mismas ciencias, aunque parezcan referirse a las mismas problemáticas y a los mismos objetos de estudio. Sin duda, se puede hacer una investigación sobre la historia natural en México en el siglo XVIII o sobre la medicina en el siglo XIX, y para ese fin serán de inestimable ayuda las publicaciones que sobre esos asuntos se han hecho para el mundo europeo. Aun así, deberán considerarse las condiciones reales en que esas investigaciones dependientes se realizaron, para no considerarlas como una mera cuestión de atraso teórico. Dicho de otra manera, y utilizando categorías provenientes de los estudios sociales, para entender la historia de las

sociedades dependientes son necesarios conceptos forjados para interpretar el capitalismo europeo: acumulación originaria, clase social, constitución de estados nacionales, revoluciones sociales, etc., pero en las naciones dependientes debe ajustarse el uso de los conceptos a las condiciones concretas de las mismas, y no al revés, ajustar la realidad social para que encaje en los conceptos. No es que vivamos en un mundo a parte para el que sean necesarias otras explicaciones, sino que no debemos imponer mecánicamente las que fueron elaboradas para el espacio europeo.

Si la ciencia es un producto cultural, en el sentido de que como tal está marcado por haber surgido en un contexto social e histórico determinado, no existe ninguna razón para restringir el análisis a las cuestiones de la objetividad, de la validez del conocimiento.

La mayoría de los planteamientos científicos que arriban como novedades a las naciones dependientes son aceptados por provenir del mundo "civilizado". Sin embargo, tanto la aceptación como el rechazo ponen de manifiesto el ajuste que la cultura local impone a las teorías que vienen de afuera. No se trata de un proceso pasivo, ya que al aceptar o rechazar se ponen en juego presuposiciones teóricas que comparte un grupo de científicos, así como las fuerzas políticas y sociales que son las receptoras del saber científico.

Estudiar la historia de la ciencia dependiente permite advertir claramente cuál ha sido la relación predominante de los científicos nacionales con los del mundo industrializado: la subordinación.

Podemos advertir también que los planteamientos autóctonos que resultan originales tienen que ser discutidos fuera del país donde surgieron, porque en él no se han desarrollado todavía las condiciones institucionales que hagan posible dirimir en el terreno teórico las diferencias de enfoque.

La pobre institucionalización de la ciencia lleva a que las diferencias de enfoque se conviertan de manera más o menos directa en pugnas políticas, en luchas de grupos de científicos por el poder institucional. La ausencia de ese marco institucional -centros de investigación bien establecidos, sociedades científicas, relación de la ciencia con la producción industrial, revistas científicas, etc.-, conduce a que las contro-

versias se conviertan las más de las veces en luchas personales.

No es que en la ciencia europea no hayan existido o existan ese tipo de querellas, sino que allá pasan con mayor frecuencia por la mediación teórica, pasan por espacios de lucha propiamente intelectuales, sin que eso elimine, claro está, su contenido político.

En las polémicas científicas en los países dependientes hubo, en general, poca discusión teórica. Muchos planteamientos, más que discutidos y refutados son simplemente sometidos al silencio, son ignorados, son ridiculizados. Esto obligó a algunos científicos, como fue el caso de Herrera, a llevar sus planteamientos preferentemente a las revistas extranjeras.

Otra cuestión que resulta impactante en nuestra historia científica es que las investigaciones realizadas en un período no parecen tener muchas consecuencias en la subsecuente ruta seguida por la ciencia nacional. De un período a otro, sin que medien siempre revoluciones o guerras, pueden perderse bibliotecas formadas por los científicos a lo largo de su vida como investigadores, colecciones museográficas, institutos de investigación, etc. En un período posterior, y la separación puede ser de unos cuantos años, las investigaciones comienzan desde otros puntos de arranque. Campos enteros de investigación son olvidados. La discontinuidad, tanto en el trabajo individual como en el colectivo, es un rasgo distintivo de nuestra historia científica.

Es indudable que la institucionalización de la ciencia juega un papel central en la creación de las condiciones necesarias para la maduración de la ciencia. Por supuesto, no se trata de una maduración de la ciencia en sí misma, sino en su relación con la producción material y espiritual. La inexistencia de ese marco institucional simplemente refleja el papel secundario que la ciencia juega en las sociedades de capitalismo dependiente.

Los científicos de los países periféricos se caracterizaban también por su escasa profesionalización y especialización. La mayoría de ellos brincaba, por elección o porque se veía obligada, de un tema de investigación a otro. Parecían repetir en el siglo XX la historia de los naturalistas europeos del siglo XVIII: pasaban de la zoología a la botánica, de la física a la filosofía, etc.

¿Cómo estudiar las contribuciones teóricas y experimentales de nues-

tros científicos? ¿Tiene caso, por ejemplo, establecer con detalle qué autores leyeron para lograr separar en sus planteos lo que es original de lo que es repetición? ¿Cómo juzgar el significado científico-histórico de sus proposiciones si no se integraron a la corriente dominante en la historia de las ciencias? Muchas preguntas, pocas respuestas. Sin embargo, es posible decir que esas contribuciones tienen que ser evaluadas en el contexto nacional e internacional de la ciencia; quizá algún descubrimiento o concepto no tenga gran significado para la ciencia a nivel internacional, pero tenga una importancia crucial en el ámbito nacional. El desarrollo de la ciencia no es sólo lo nuevo, sino también la socialización de lo ya sabido, la apropiación por otros países o clases sociales de cocimientos que antes habían sido propiedad exclusiva de unos cuantos. Esa apropiación puede hacerse de manera activa, con base en las capacidades que se poseen y no como una simple asimilación.

Como la mayor parte de la ciencia producida en los espacios periféricos ha quedado en el olvido, al no ser parte constitutiva de la ciencia en ascenso, quizá podríamos desplazar la atención del plano de la objetividad de los conocimientos al de las funciones que posiblemente jugó esa ciencia en su lugar de creación. Es decir, dado que es reducido el contenido científico de muchas de las investigaciones, quizá sea aconsejable fijar la atención en las relaciones de la ciencia con los aspectos políticos, teológicos, ideológicos, filosóficos, etc. Esa relación existe -- siempre, incluso en la ciencia más pretensamente "científica", pero no sería descabellado pensar que es más inmediata, más directa, cuando el conocimiento efectivo sobre la naturaleza es más reducido. Se trataría de un deslizamiento desde el lado de la ciencia como condición de desarrollo del capitalismo -cosa que en los países dependientes se cumple -- muy limitadamente, porque las innovaciones son importadas-, como condi-ción objetiva, al lado de la ciencia como concepción del mundo, como su-perestructura coherente con esa forma de producción. Que las razones por las que se hace investigación no son sólo de orden económico lo muestra el hecho de que en nuestras sociedades se realiza desde hace tiempo aunque no tenga un impacto considerable en la producción material. Lo que se espera, por lo menos a largo plazo, es que así nos vamos acercando a tener una ciencia desarrollada, carrera que en las condiciones socio-económicas actuales y de dominio imperialista tenemos perdida de antemano.

¿Por qué decidí realizar un estudio más que sobre la persona de Alfonso L. Herrera o la totalidad de su obra sobre la plasmogenia? ¿Por qué analicé sobre todo a este autor y no a los diversos científicos que

a principios de siglo propusieron teorías sobre el origen de la vida?

En primer lugar, consideré que para avanzar en la historia de la ciencia en México, en particular de la biología, es necesario contar con estudios monográficos sobre temas específicos. Después habría que intentar explicaciones más globales. No es que haya trabajado bajo la concepción de que primero hay que recolectar datos individuales y luego ir a lo general, como si la interpretación de lo particular no dependiera de una visión más amplia.

En mi opinión, lo fundamental de la obra de Herrera es la plasmogénia, a cuya defensa dedicó la mayor parte de su vida y de sus esfuerzos. Todavía no se ha escrito ningún trabajo que analice la teoría plasmogénica desde el punto de vista de los conceptos que la integran, de sus fuentes, de sus conexiones con investigaciones actuales, de su relación con la concepción filosófica y política de su creador, de los medios que éste utilizó para darla a conocer.

Los ensayos escritos por Enrique Beltrán sobre Herrera intentan sobre todo recuperar la figura del hombre y del investigador, sin analizar en particular los varios campos en que Herrera hizo investigación. Esos ensayos fueron el punto de partida de esta tesis, y han estimulado a muchos de sus lectores a profundizar en el conocimiento de la plasmogénia. El artículo escrito por Carlos del Río aborda de manera muy general la plasmogénia y la expone sin realizar ningún esfuerzo interpretativo, presentándola de manera muy "modernizada", como una proposición similar a la de A. I. Oparin y otros investigadores contemporáneos. Lo que le interesó fue destacar el valor de las ideas de Herrera.

No penetré en los aspectos biográficos porque tenía muy poca tela de donde cortar. En cambio, dispuse de todos los libros publicados por Herrera y de muchos de sus artículos. Tenía, pues, las fuentes escritas que me permitirían estudiar la teoría en cuestión.

Además de analizar su concepción plasmogénica (qué entiende por vida, cómo explica su aparición en el cosmos, qué relación existe entre plasmogénia y eugenesia, sus intentos de producir vida en el laboratorio, si la vida tiene un origen único o múltiple, etc.), me interesa destacar su estrategia como científico, es decir, los medios que utiliza para dar a conocer su teoría y buscar su aceptación. A mi juicio, este aspecto tiene que ver tanto con la historia como con la sociología de la ciencia.

Es un punto fundamental que con frecuencia se ignora, como si bastara con que una teoría fuera verdadera para que los demás la aceptaran y la verdad fuera algo interno o intrínseco a la teoría. En realidad, todos los defensores de un punto de vista novedoso tienen que hacer mucho trabajo de promoción.

La aceptación de una teoría tiene que ver no sólo con criterios de cientificidad provenientes de la filosofía. Por ejemplo, que tenga sustento en evidencias observacionales y experimentales, que sea compatible con otras teorías provenientes del mismo campo disciplinario o de otros, que plantee nuevos programas de investigación que permitan el conocimiento de nuevos aspectos de la realidad, etc.

Esa aceptación depende de cuestiones filosóficas, políticas y sociales que atañen no sólo a la élite restringida de las "comunidades" científicas, sino a otros grupos sociales: los aparatos dirigentes del Estado y de la producción material y espiritual, la Iglesia, diversas instituciones de educación superior, los medios masivos de comunicación, etc.

El proceso de aceptación de una teoría es frecuentemente descrito como algo que empieza en el interior de una comunidad científica y que sólo después rebasa ese ámbito de especialistas para llegar al conocimiento del público en general. Es como si la comunidad de especialistas emitiera su veredicto a favor o en contra y sólo después tuvieran los legos oportunidad de opinar. Sin embargo, la historia está llena de casos en que la comunidad de especialistas rechaza una teoría pero los legos la aceptan: mientras los geólogos y los biólogos se dedicaron a escribir extensas refutaciones de la obra Vestiges of Creation publicada en 1844 por Robert Chambers para defender una concepción evolutiva, el libro tuvo un éxito sorprendente entre el público cultivado pero no dedicado a la investigación científica.

Por otro lado, las razones que impulsan a los científicos a rechazar o aceptar una teoría no son circunscribibles al estrecho marco de los especialistas, es decir, no surgen sólo de ellos mismos. Además de criterios que sí dependen fundamentalmente del grupo de especialistas, existen otros que son de carácter más social: ¿la teoría en cuestión contraría las posiciones filosóficas, políticas, ideológicas y teológicas dominantes? ¿es propuesta por algún pensador o grupo de científicos identificados como materialistas o radicales políticos? ¿proviene de científicos considerados de segunda fila en la jerarquía académica o de científicos que siempre proponen ideas supuestamente nuevas que a final de cuentas resultan ser

fantasías o fraudes? ¿amenaza la nueva teoría las posiciones de poder que mantienen los científicos de la élite en la vida institucional, haciendo que puntos de vista previamente consagrados sean vistos ahora como falsos, haciéndolos perder así su prestigio y legitimidad? ¿está la nueva -- concepción de acuerdo con los intereses dominantes en el desarrollo de la ciencia o es por lo menos conciliable con ellos? ¿tiene alguna utilidad -- teórica, práctica, ideológica, moral para las diferentes instituciones que regulan las relaciones de poder y de sumisión entre las clases sociales y los hombres?

Antes de que la comunidad científica emita su fallo, es evidente -- que estarán presentes en su ánimo cuestiones como las planteadas. De allí que sea inaceptable reducir la cuestión de la recepción de una teoría al ámbito de los especialistas, ya que éstos desempeñan tareas que -- aun no estando determinadas en todo por las relaciones de clase social -- dominantes, por lo menos reciben de ellas su sentido fundamental y sus -- apoyos materiales.

Además del contenido conceptual de una teoría, de qué tanto se ajusta a los criterios de científicidad, de qué tan bien recibida sea en el terreno social y cultural, creo que un tema importante en la historia y sociología de las ciencias es investigar qué hace el científico o los -- científicos en cuestión para impulsar la aceptación de la nueva teoría.

Desde mi punto de vista, los científicos que conocen mejor las características de las comunidades académicas, de los aparatos de difusión cultural, de las relaciones sociales de promoción, de la manera de lo -- ~~grar~~ que una argumentación sea convincente, se fijan una estrategia y diferentes tácticas para que sus planteamientos sean aceptados o por lo -- menos no sean violentamente rechazados.

El objetivo general, la estrategia, consiste en dar a conocer una -- idea novedosa en los foros más prestigiados, de manera que su aceptación en ellos abra después las puertas de otros espacios de expresión subordinados. Para ello se siguen varias tácticas complementarias que se van -- aplicando a lo largo del tiempo. Estas tácticas no implican que haya un plan conscientemente trazado y calculado hasta en sus últimos detalles, -- pero como todas las relaciones humanas tienen un carácter político, en -- el sentido de que tienen que ver con el ejercicio del poder, las de los científicos no son la excepción. Tampoco quiere decir que todo científico haga lo aquí descrito, pues eso sólo constituye la tendencia dominante.

La descripción superficial que hago enseguida de algunas de esas "tácticas" no implica que los puntos de vista que se difunden mediante ellas sean aceptados por esa única razón, pues muchos científicos pueden hacer lo mismo y sus planteamientos ser falsos y finalmente demostrados como tales. No hay que olvidar que en la ciencia existen infinidad de -- "controles de calidad".

Para fortalecer una posición puede resultar aconsejable reunir, si es posible, la mayor cantidad de artículos que parezcan proporcionar un apoyo al planteo defendido, no importa si ese apoyo es a veces meramente circunstancial o si sólo provee un resultado que indica que otros están investigando cuestiones parecidas; lo importante es mostrar que no se están construyendo castillos en el aire. Dado que en la ciencia casi nunca es posible someter a un escrutinio experimental y/o teórico las conclusiones de otros investigadores, tiene que existir una especie de pacto de buena fe sobre la objetividad de los resultados; - por ello, nada mejor que mostrar que otros investigadores, y si son de otros países mejor, han llegado a resultados similares. No es que éste sea un proceso artificial o amañado, incluso es innegable que desempeña un papel muy importante como control de calidad de la ciencia, sino que así procede la mayoría de los científicos reales, sobre todo en la época actual de industrialización y proletarización de las tareas de investigación científica.

Se logra también un impacto considerable cuando los resultados aparecen como absolutamente novedosos o bien como la demostración de una predicción teórica hecha hace tiempo y que nadie hasta el momento había sujetado a la confirmación experimental. Con esto se cierra el círculo: el experimento fortalece a la teoría y la teoría valida los resultados del experimento.

Reconstruyendo todos los antecedentes que ligen la investigación actual con trabajos realizados desde hace tiempo se logra adquirir una especie de pedigree que parece ennoblecer a las líneas de investigación que pueden alegar una prosapia distinguida. La búsqueda de precursores puede ser también, además de una manera de hacer (de no hacer diría Can guilhem) historia de las ciencias, un método para decir: no estamos -- partiendo de cero, nuestra línea de investigación ya ha proporcionado - quehacer a generaciones de científicos.

Al inundar las revistas y otros medios de difusión de los planteos defendidos se logra que la mayoría de los científicos los den por verdaderos; ¿si no fuera así por qué habrían sido consagrados?, podrían añadir para justificar su posición. En esta inundación quizá ya no se trate de un solo científico, sino de varios que pueden ser apoyados por los aparatos de "comunicación".

La vinculación con científicos del mundo desarrollado que avalen el punto de vista defendido también puede resultar muy favorable. Esto ocurre sobre todo en los países dependientes, cuyos investigadores consideran, sin duda con razón, que el prestigio que en su propio país y en otros puedan adquirir sus trabajos depende de que sean aceptados por la comunidad científica internacional. Así, buscan la asociación con científicos de la misma que sean figuras de relieve. Esta asociación se supone que aporta beneficios a ambos miembros: el investigador de la metrópoli cuenta con colaboradores las más de las veces subordinados, que son generalmente decididos defensores de los planteos conjuntos y que desarrollan en los países periféricos investigaciones muy similares en contenido, o por lo menos en intención, a las del país central; a su vez, el investigador dependiente puede validar su trabajo hacia el interior de su propio país y adquirir también la base para obtener apoyo económico en él y de los organismos internacionales para vincularse con los congresos de primera línea, con las reuniones de trabajo, con las becas para investigación, etc.

También proporciona buenos dividendos presentar las ideas rodeadas de formalismos matemáticos, de gráficas, de estadísticas. En suma, de todo aquello que se supone garantiza su veracidad, su confiabilidad.

Si se prosigue durante años la misma línea de investigación, puede argumentarse que los resultados que se han obtenido en los últimos tiempos se ajustan perfectamente a las predicciones con que comenzó el trabajo años atrás. Si al principio el planteo teórico carece de las evidencias que lo sustenten, puede señalarse que es cuestión de tiempo el encontrarlas, como efectivamente sucede con frecuencia.

Aunadas a todas estas "tácticas" se halla el prestigio que el investigador en cuestión ha alcanzado. Siempre que sea posible, esto deberá ser conocido por sus lectores. El prestigio suele tener un peso imprecionante, a grado tal que una misma idea merecerá diferente trato cuando es emitida por alguien con prestigio que cuando es defendida por alguien que carece de él.

Luego de esta larga digresión, volvamos a los objetivos que persigo con este ensayo sobre la plasmogenia. Los más importantes son dos. En primer lugar, situarla históricamente como una teoría que refleja fielmente la concepción fisicalista dominante en su época en el estudio de los fenómenos celulares y subcelulares, incluso como una teoría que se aventuró a terrenos donde otros no quisieron pisar. Esta contextualización histórica incluye buscar la explicación de por qué apareció tal concepción en un país como México y en un pensador como Herrera. En segundo lugar, mostrar que además de ser una teoría con valor histórico, no todos sus planteamientos son letra muerta -independientemente de si son válidos o no-, puesto que ciertos autores actuales los defienden por su propia cuenta y riesgo. Con esto quería convertir un trabajo sobre historia de las ciencias en una reflexión epistemológica sobre algunos problemas teóricos en algunas explicaciones contemporáneas sobre el origen de la vida. Quería demostrar así que la historia de las ciencias -sobre todo cuando uno ha realizado investigación también del tema cuya historia reconstruye- tiene un papel activo que desempeñar en el desarrollo de las ciencias, - pues planteamientos supuestamente abandonados resurgen a veces bajo nuevas modalidades.

La recurrencia a la historia no tiene siempre el mismo efecto. Saber -- cuál es el trasfondo de ciertas ideas puede llevar a reivindicarlas o a rechazarlas, todo depende de qué se trate.

Me interesó también relacionar la plasmogenia con la concepción filosófica, política y hasta moral de Herrera; establecer cómo responde a las críticas que se hacen a su teoría, si todas las tomas como ataques que amenazan la integridad de la misma o es capaz de aceptar algunas de ellas y mejorarla, - cómo se defiende de sus críticos, etc.

A decir verdad, el ensayo no presenta toda la investigación que realicé. La falta de tiempo y otras tareas me impidieron darle la forma que había planeado. La necesidad de cumplir con un requisito administrativo me obligó a dejar el trabajo tal como lo tenía y no me permitió escribir la parte correspondiente a las teorías sobre el origen de la vida de autores contemporáneos a Herrera (Henderson, Troland, Osborn, Oparin, Haldane, etc.).

Esas incongruencias entre el proyecto original y el resultado que el lector tiene entre sus manos son evidentes en la estructura de algunas partes, - sobre todo de la primera, que fueron escritas en miras a un trabajo más amplio y profundo. De cualquier forma, considero que este primer entrón al problema constituye un avance importante en mi proyecto de investigación y res -

pecto a lo que se ha publicado hasta ahora sobre la plasmogenia de Herrera.

En el primer capítulo presento mi interpretación sobre la inexistencia del problema del origen de la vida en ausencia de una concepción evolutiva. Para mí, el origen y la evolución de la vida son problemas inseparables; no se puede hablar de un origen si no ha existido evolución, como no puede hablarse de evolución sin un origen de la vida (que es muy diferente al origen de los seres vivos en sus especies actuales). Este capítulo no está directamente conectado con el ensayo sobre Herrera, pero aunque forma parte de un trabajo más amplio me pareció conveniente integrarlo a la tesis porque constituye un análisis histórico original y de carácter introductorio a la historia del problema del origen de la vida.

En el segundo capítulo estudio cómo y cuándo se constituye la cuestión -- del origen de la vida en un problema de investigación. Paso revista, a vuelo de pájaro, a las ideas de Lamarck, Darwin, Haeckel, Spencer, Bastian y otros sobre el origen de la vida. En particular, me interesa destacar lo mucho que Herrera debe, desde el punto de vista de su concepción teórica, a Lamarck, Haeckel y Bastian. Un hallazgo importante en esta parte de la investigación fue encontrar en el autor más inesperado -Spencer- una clara concepción del problema del origen de la vida, que incluye incluso el desarrollo del concepto de evolución química y la concomitante refutación de la idea de generación espontánea para explicar el origen primario de la vida. La forma en que presento este capítulo no incorpora un análisis más amplio que tengo preparado sobre la posición de Darwin respecto al origen monofilético de la vida ni cuál es la importancia de Pasteur en el esclarecimiento de que la cuestión del origen de la vida requiere de una respuesta evolutiva.

En el tercer capítulo, dedicado a la plasmogenia de Herrera, intento interpretar los planteamientos centrales de la misma, sin pretender que la agoto ni que mi lectura de la misma sea idéntica al original. Supuestamente, toda interpretación pretende reflejar lo esencial del pensamiento de un autor, mas esto no debe llevarnos a olvidar que cada quien presentará esa obra de acuerdo con una cierta selección de los planteos, atribuyendo mayor o menor peso a uno u otro aspecto. Además, no hay ninguna obra, por precisa que sea, que no dé origen a interpretaciones diversas. Baste con recordar que en el campo de la matemática, donde menos controversia podría esperarse, también se producen agrias disputas sobre el significado de la obra de ciertos autores. Este ensayo no pretende analizar todas las facetas de la plasmogenia, sino las que me parecieron centrales. Se trata, pues, de un trabajo confesadamente parcial y siem-

pre aproximado. Espero que esto no se tome como una confesión de que el trabajo está mal hecho, sino como un reconocimiento del inevitable sesgo que toda investigación conlleva.

Analizo la plasmogenia desde el punto de vista teórico: los conceptos que la constituyen, la filiación de sus planteamientos, el tipo de práctica experimental que la sustenta (producción de artefactos similares a células), las soluciones ad hoc para resolver ciertos cuestionamientos, la carencia de desarrollo y profundización de sus proposiciones a lo largo de los años, etc. Sin embargo, la atención que pongo en el análisis de la plasmogenia como teoría no implica que la ciencia surja de su propia dinámica sin sufrir el impacto del mundo supe-riamente exterior a ella. Para mí, la plasmogenia representa la expresión teórica de un pensador situado en posiciones materialistas reduccionistas, anti-clericales y liberales en política. Herrera defendió esa concepción porque la consideró parte integrante de su visión filosófica y política; es precisamente ésta la que se convirtió en impulso para elaborar tal concepción; aunque, claro está, la elaboración de esa teoría también hizo cambiar los puntos de partida de los que surgió.

Merece destacarse también un rasgo que quizá no sea exclusivo de Herrera, sino de gran parte de nuestra ciencia: la falta de desarrollo teórico y experimental de los planteamientos, ya que año con año las ideas siguen siendo casi las mismas. Tampoco parece ser muy común el esfuerzo por mantenerse al día en los avances de la investigación científica, a no ser de un campo muy restringido. Herrera ignoró los progresos de la biología a nivel celular y subcelular.

Los llamados "datos" de la investigación sólo son útiles cuando coinciden con una estructura teórica determinada que recorta el campo observacional en el que serán buscados los "datos". Más precisamente, cada estructura teórica busca generar los "datos" que requiere para validarse, al mismo tiempo que son ciertos "datos" los que subyacen a cada estructura teórica, o más que datos ciertas interpretaciones de la realidad.

La continuación de esta investigación incluirá a la mayoría de los autores que en este siglo se han dedicado a reflexionar y experimentar sobre el problema del origen de la vida. Sin duda, entre ellos Herrera fue una figura muy destacada y que contribuyó enormemente a centrar la atención en el enigma de la formación de las primeras criaturas ancestrales.

II. De los materialistas jónicos a Buffon: la inexistencia del problema del origen de la vida

La preocupación por los orígenes -de la sociedad, el lenguaje, - las artes, los minerales, las plantas y los animales- es común a todas las culturas. Cada una de ellas produjo mitos y cosmogonías que respondían a -- esas cuestiones, cuya resolución tenía no sólo un interés intelectual, sino garantizar la organización y cohesión sociales, legitimar el ejercicio del poder y establecer tareas que determinaban el sentido de la vida humana.

Se ha dicho¹ que las cosmogonías son racionalizaciones de los mi tos que atribuyen a fuerzas y procesos naturales lo que los mitos atri--- buían al Creador.

Esos mitos y cosmogonías, en particular los de la cultura occiden tal, guardan una relación paradójica y contradictoria con las ciencias con temporáneas.

La filosofía de la Ilustración pretendió que la razón era el sus tituto definitivo del mito, y que gracias a ella el ser humano rompería las ataduras que lo sujetaban a creencias irracionales, basadas en la autoridad de la tradición y de las instituciones sociales. El hombre debía aceptar -- únicamente lo que fuera compatible con la razón, abandonar toda tutela y ser realmente un adulto libre que se atreviera a pensar y a conocer la ver dad.

El modelo de racionalidad fueron las ciencias naturales, sobre - todo la mecánica newtoniana, que constituyó una de las fuentes de la refle xión de filósofos como Kant y Hume. El mito, pues, debía ser parte del pasa do y ser eliminado del presente y sobre todo del futuro.

La Ilustración creó sus propios mitos: la libertad burguesa, el papel del individuo libre en la regulación de la economía y la política, la certeza en el progreso y en la próxima felicidad humana. Estas representa -

ciones ideológicas de la realidad social pueden jugar un papel semejante al del mito. En contraposición, las naciones, los movimientos políticos y culturales, poseen sus mitos fundacionales que funcionan como ideologías.

Aunque se pretenda que la ciencia es la antítesis del mito, suelen hallarse en ella elementos míticos. Al igual que los mitos y las cosmogonías, la ciencia intenta dar respuesta a preguntas fundamentales, si bien la ciencia contemporánea está esencialmente dirigida hacia la producción industrial y la guerra.

Puede decirse, sin contradicción, que la ciencia es la superación y la continuación del mito. La supera porque sus respuestas son racionales, parciales, transitorias y susceptibles de ser abandonadas. Lo conserva porque resolver esos problemas está con frecuencia mucho más allá del horizonte de la ciencia actual, que no por ello se abstiene de intentarlo, y porque los planteamientos científicos son, para quienes no tienen acceso al complejo proceso de su producción y a veces hasta para quienes los producen, muy parecidos al mito.

Sin duda, la ciencia está más cerca de las cosmogonías que de los mitos, y quizá por ello algunos autores han querido ver en la cosmogonía de los naturalistas jonios el punto de partida de las explicaciones actuales sobre el origen de la vida, la evolución de los organismos y el origen del hombre, de la sociedad y del lenguaje.

Algunos científicos e historiadores de la ciencia parecen encontrar una satisfacción especial en trazar una filiación antigua de las teorías, como si, al igual que las familias, aumentara su distinción conforme más lejanos son sus orígenes.

La búsqueda de los primeros planteamientos evolutivos ha sido guiada por la propia concepción evolutiva. Se asume así, sin comprobarlo, que las teorías evolutivas de Lamarck y de Darwin, surgidas en el siglo XIX, deben ser producto de una evolución lenta y gradual del pensamiento. De es-

te modo, las ideas evolutivas se autoexplicarían. Uno podría decir igualmente que la concepción marxista de la lucha de clases como motor de la historia es producto de la lucha de clases. Pero estas explicaciones autoreflexivas, por más que parezcan muy profundas, hacen perder la historicidad del asunto en cuestión. ¿Por qué aparece una cierta teoría en un contexto social e histórico concreto y no en otros? ¿Qué problemas planteó Lamarck y de qué conocimientos dispuso que lo llevaron a donde Aristóteles no quiso y no podía llegar? Y no es, claro está, que lo reciente sea superior a lo antiguo; se trata, más bien, de entender la historia del saber en el sentido de la posibilidad². Hay ideas que son impensables en momentos determinados de la historia porque no forman parte de las preocupaciones ni del horizonte teórico establecidos.

Transplantar un elemento de la cosmovisión griega a las teorías actuales y pretender que así se demuestra una filiación histórica, es un procedimiento más de las veces artificial. La relación entre Anaximandro y Darwin no es una relación de derivación conceptual, pues ni las preguntas -- que se plantearon ni las respuestas que elaboraron son similares, mucho menos los conocimientos de que partieron, ni las condiciones materiales e intelectuales en que vivieron. La relación reside en el nivel de la concepción materialista de la naturaleza, en el esfuerzo por expulsar a los dioses del campo del conocimiento.

Sólo se encuentra lo que se busca; realizar un "descubrimiento" -- implica una intención, una convicción previa a la búsqueda. En otras palabras, para alcanzar lo real se pasa por la mediación de la existencia ideal, mental. En ocasiones, el recurso a la "realidad" sirve para validar algo que existe sólo idealmente. "Conocer es menos tropezar contra la realidad que validar lo posible haciéndolo necesario"³.

Anaximandro, Lucrecio y el origen inicial de los seres vivos en sus especies actuales

Si se leen con cuidado los comentarios que Diódoro de Sicilia hizo siglos después sobre la obra de Anaximandro, y el único fragmento original de este último que llegó hasta nuestra época, se advierte que no poseen un contenido evolutivo, lo cual no disminuye su interés.

Según el comentarista citado, Anaximandro explicaba así el origen de los animales⁴:

En la formación originaria del universo, eran indistinguibles el cielo y la tierra, sus elementos estaban mezclados. Más tarde, al separarse sus cuerpos, el universo adquirió en todas sus partes la forma ordenada que hoy vemos. El aire inició su movimiento continuo, y su parte ígnea se reunió en las alturas debido a su naturaleza ligera, por ello el sol y muchas otras estrellas fueron arrastradas en el remolino universal. Mientras tanto, lo que era fangoso y espeso y contenía una mezcla húmeda se estabilizó en el fondo en razón de su peso. Y a medida que esto giró sobre sí mismo y se comprimió, de la humedad se formó el mar, y de la porción más firme se formó la tierra, que al principio era blanda como barro de alfarero, pero se hizo firme cuando el fuego del sol brilló sobre la tierra. Luego, como la superficie se fermentó gracias al calor, en muchos lugares húmedos surgieron abundantes tumores cubiertos por finas membranas. Este fenómeno puede verse todavía en los pantanos y ciénagas cuando de modo súbito el aire se calienta intensamente sobre la tierra fría, sin ningún cambio gradual. Y mientras que, de la manera descrita, las partes húmedas eran impregnadas de vida en virtud del calor, por la noche las cosas vivientes recibían prontamente su alimento de la neblina que caía del aire circundante, y en el día se hacían sólidas por el intenso calor. Finalmente, cuando los embriones culminaron su desarrollo y las membranas se calentaron y abrieron completamente, se produjeron todas las formas de vida animal. Las que surgieron de lo más caliente se dirigieron a las regiones más elevadas y adquirieron alas; las que retuvieron una consistencia terrestre formaron parte de las cosas -- que se arrastran y de los animales terrestres, al tiempo que las de composición más acuosa se reunieron en la región más conveniente para ellas, y recibieron el nombre de animales acuáticos. Y como la tierra se hizo cada vez más sólida por la acción del fuego -- solar y de los vientos, ya no fue posible generar ninguno de los grandes animales, sino que cada clase de criaturas vivientes se -- procreaba ahora por entrecruzamiento.

Para dar cuenta de la formación de los animales en sus especies actuales es innecesario el recurso a los dioses, las fuerzas y procesos naturales bastan. La madre tierra parió a sus criaturas y las proveyó de alimento para que no sucumbieran ante las inclemencias del clima. Los animales habitan sólo un medio físico determinado porque en algunos de ellos predomina el agua en su composición, en otros el aire y en los demás la tierra.

Las especies actuales de animales surgieron contemporáneamente, -- no hay unas más antiguas que otras, ni algunas son ancestrales y otras descendientes. No se dice que los animales cambien en el curso de su existencia

ni que transmitan cambios a su progenie. No hay una genealogía de los animales, sólo se narra cómo se formaron los actuales; no hubo animales diferentes en el pasado ni los habrá en el futuro. Los cambios que puedan llegar a sufrir los organismos serán en el sentido de la degeneración, como injurias del ambiente, y por ello serán eliminados. Esto garantiza la estabilidad e imposibilita la transformación. El ser tiene supremacía sobre el devenir.

En la mayoría de los textos que relatan la historia del pensamiento evolutivo se dice que Anaximandro hizo descender al hombre de los peces, y ^{que} con ello había anticipado la teoría del origen animal del hombre. Pero lo que dice Anaximandro es muy distinto⁵:

Los primeros animales se generaron en la humedad, y estaban cubiertos por una corteza espinosa. A medida que envejecieron migraron hacia la tierra seca; y, una vez que su corteza se rompió y desprendió, sobrevivieron por corto tiempo en su nuevo modo de existencia. El hombre fue generado a partir de cosas vivientes de otra clase, ya que mientras otros pueden buscar fácilmente su alimento, sólo los hombres requieren de amamantamiento prolongado. Si hubiera sido así desde el principio, nunca habrían sobrevivido... Así, los hombres se formaron dentro de estas criaturas semejantes a peces y permanecieron dentro de ellas como embriones hasta que alcanzaron la madurez. Finalmente, las criaturas se reventaron y de ellas surgieron hombres y mujeres que eran ya capaces de defenderse a sí mismos.

El hombre, como todas las demás criaturas, fue parido por la tierra. Por ser el más desvalido, los primeros humanos debieron nacer en la edad adulta para poder sobrevivir y proveerse de alimentos. Esto requirió de un proceso más largo de gestación, de matrices más duras y resistentes, protegidas con una cubierta espinosa semejante a la de algunos peces. No se trata de otra especie animal que se transformó para dar origen al hombre, sino de los embriones humanos en maduración. A esto se reduce el supuesto origen evolutivo del hombre. Por cierto, no sólo los naturalistas jonios y Aristóteles aceptaron la naturaleza animal del hombre, también lo hacían los teólogos cristianos, aunque su interpretación de esa animalidad era diferente.⁶

Donde sí existe una visión que se aproxima a lo histórico es en cómo explicaba Anaximandro el origen de la sociedad, las artes y el lenguaje. - Esta visión contrasta con la de Homero y Hesíodo, para quienes había existido

una edad de oro en el pasado, mientras que los hombres actuales serían inferiores en cuerpo y alma a los semidioses y héroes cuya gloria hace más evidentes las miserias del presente.

A través de Diódoro de Sicilia se sabe que para Anaximandro⁷:

Los primeros hombres llevaban una vida sin disciplina y bestial; cada uno buscaba su sustento y tomaba como alimento las hierbas -- más tiernas y los frutos de los árboles silvestres. Más tarde, el ataque de las bestias salvajes los obligó a ayudarse mutuamente, y cuando el miedo los hizo reunirse, se dieron cuenta gradualmente de sus características recíprocas. Aunque los sonidos que emitían eran al principio ininteligibles e indistinguibles, poco a poco su lenguaje se volvió articulado, y poniéndose de acuerdo en los símbolos para cada cosa que veían, se extendió entre ellos el significado que cada término tenía. Pero como en todas partes del mundo -- habitado surgieron grupos así, no todos los hombres tenían el mismo lenguaje, ya que cada grupo organizaba los elementos de su lenguaje al azar. Esta es la explicación de la actual existencia de -- toda clase concebible de lenguaje, y, además, de estos primeros -- grupos que se formaron provienen todas las naciones originales del mundo.

Como ninguna de las cosas útiles para la vida había sido descubierta, los primeros hombres llevaban una vida desgraciada, carecían de vestidos para cubrirse, no conocían el uso de la vivienda ni el del fuego, e ignoraban del todo el cultivo de los alimentos. Como no conocían los períodos de cosecha de los alimentos silvestres, -- no almacenaban los frutos para satisfacer sus necesidades; en consecuencia, en el invierno morían muchos de ellos por el frío y la falta de alimento. Sin embargo, poco a poco la experiencia les enseñó a refugiarse en las cuevas durante el invierno, y a almacenar los alimentos preservables. Cuando conocieron el fuego y otras cosas útiles, se descubrieron gradualmente también las artes y todo lo que es capaz de mejorar la vida social del hombre. De hecho, -- en términos generales, en todas las cosas la maestra del hombre -- fue la necesidad, dándole en todo asunto la instrucción adecuada a una criatura bien dotada por la naturaleza, que posee como sus auxiliares en cualquier propósito, las manos y el lenguaje y una mente sagaz.

Aunque el hombre ha pasado de una relación de dependencia respecto a la naturaleza a otra en que ha sido capaz de dominar el fuego, de hacer producir la tierra, de construir cosas que no existían en la naturaleza -- casas, vestidos, armas--, no se asume que en el futuro continuará ese mejoramiento.

Sin entrar a establecer las diferencias entre diversos pensadores

griegos, puede decirse que predominó entre ellos una concepción cíclica del tiempo -si bien Aristóteles consideró inaccesibles las cuestiones de orígenes y prefirió concebir el universo como eterno- combinada con la suposición de que existen algunos momentos excepcionales de ascenso frenados por una decadencia generalizada.

En cuanto al origen de los organismos, los naturalistas jonios no se preguntaron si fueron o serán diferentes, sino cómo aparecieron tal cual hoy son. No elaboraron una visión evolucionista porque el conjunto de las -- concepciones de su época no era compatible con ella, y porque para hacerlo -- se requiere de un profundo conocimiento sobre la naturaleza que no existía -- entonces, y que sólo el desarrollo del modo de producción capitalista --por el papel dual que en él juega la ciencia como condición del crecimiento de -- las fuerzas productivas y como sustento de las superestructuras culturales -- que se contraponen a la autoridad de la Iglesia y otras instituciones y prácticas precapitalistas- hará posible.

Si los naturalistas jonios no fueron evolucionistas, tampoco pudieron plantearse el problema del origen primario de la vida. Lo que se plantearon fue el origen de los organismos en sus especies actuales, que no es -- lo mismo que el origen primario de la vida. Para imaginarse esta cuestión es necesario distinguir lo vivo de lo no vivo y aceptar que todo ser viviente proviene de formas ancestrales muy sencillas que se han transformado en el -- curso de las generaciones para dar origen a organismos cada vez más complejos . Por otro lado, en la cosmogonía de Anaximandro está clara la diferencia entre la generación inicial de todos los animales por la madre tierra, -- que luego de producir las grandes criaturas queda agotada, y las generaciones espontáneas posteriores, que sólo traerán al mundo criaturas inferiores. Este tipo de generaciones espontáneas, que forma seres no sujetos al concurso de progenitores, no pueden equipararse al origen primario de la vida, -- pues acontecen en un mundo en que ya existen seres vivos.

Los comentarios que hace Oparin sobre la historia del origen de -- la vida son válidos sólo para el origen de los organismos en sus especies ac

tuales mas no para el origen primario de la vida⁸:

La Historia nos muestra que el problema del origen de la vida ha -- atraído la atención de la Humanidad ya desde los tiempos más remo -- tos. No existe un solo sistema filosófico o religiosos, ni un solo pensador de talla, que no haya dedicado la máxima atención a este problema. En cada época diferente y en cada una de las distintas fa -- ses del desarrollo de la cultura, este problema ha sido resuelto -- con arreglo a normas diversas. Sin embargo, en todos los casos ha constituido el centro de una lucha acerva entre las dos filosofías irreconciliables del idealismo y del materialismo.

Tanto en Epicuro como en el poeta romano Tito Lucrecio Caro está presente una cosmogonía esencialmente similar a la de los mat^erialistas jo -- nios. La generación de las primeras criaturas se explica como parte de los mitos de la fecundidad de la madre tierra⁹:

Resta sólo admitir que la tierra merece el nombre de madre, puesto que todo ha sido creado de ella... Fue entonces que la tierra produ jo la raza de los mortales. Pues los campos rebosaban humedad y calor; así, cada vez que se ofrecía un lugar oportuno, brotaban matri -- ces enraizadas en la tierra, y cuando llegado el tiempo de la madu -- rez se abrían bajo el implulso de los recién nacidos que huían de -- la humedad y apetecían aire, la naturaleza dirigía hacia ellos po -- ros de la tierra y les hacía verter por sus venas abiertas un jugo parecido a la leche... Pero como su fecundidad debía tener término, cesó de engendrar, como mujer agotada por el paso de los años.

Están presentes todos los elementos de la madre: el útero que alberga a las criaturas en desarrollo, sus poros o senos, la leche que produ -- cen, el cuidado materno por las criaturas lactantes que dependen de ese jugo vital.

Lucrecio da cuenta también del origen de todas las cosas¹⁰:

... el orden de mi plan me lleva a enseñar que el mundo está forma do de un cuerpo mortal y que asimismo tuvo un origen; y a explicar de qué modo aquella acumulación de materia dio cimiento a la tie -- rra, al cielo, al mar, a los astros, al sol y al globo de la luna; después, qué seres animados surgieron de la tierra y cuáles no na -- cieron jamás; de qué manera la raza de los hombres empezó a usar su cambiante lenguaje, dando nombres a las cosas...

Esta cosmogonía materialista expulsa a los dioses del mundo, pues ni en su origen ni en su fin están presentes¹¹:

Primeramente, puesto que la masa de la tierra y el agua y los le -- ves soplos de las áureas y los vapores del fuego, en los que vemos consistir nuestro universo, constan todos de una materia sujeta a nacimiento y muerte, hay que pensar que el mundo entero está cons -- tituido de la misma materia...

Por lo que, al ver cómo se consumen y nacen los gigantes miembros y partes del mundo, me persuado que también el cielo y la tierra han conocido un principio y les aguarda una ruina.

Las cosas sí tienen un principio y un fin, pero el espacio que habrán de recorrer en ese tránsito no consiste en un desarrollo ascendente sino en una decadencia, no consiste en una sucesión de etapas que estarán determinadas por las precedentes, más bien parece un destino ineluctable. Si a veces se piensa que se ha escapado a él porque hay momentos en que las ciudades y la cultura florecen, sería una excepción condenada irremisiblemente a la disolución final. Si esto se combina con las suposiciones de invariabilidad del mundo y con la idea de que la historia se repite, de que hay una rueda del tiempo cuyas vueltas se asimilan a las de los astros, es imposible -- llegar a proponer una concepción evolucionista.

Diversos autores contemporáneos han atribuido a Empédocles y a Lucrecio la paternidad de las primeras formulaciones del concepto de selección natural darwiniana. De este modo, los filósofos materialistas de la antigüedad no sólo habrían sido evolucionistas, sino también habrían concebido esa evolución como un proceso guiado por la selección natural. Sin embargo, basir a los textos originales para advertir que ésa es una interpretación equivocada.¹²

Pues ciertamente los elementos de las cosas no se colocaron de propósito y con sagaz inteligencia en el orden en que está cada uno, ni pactaron entre sí cómo debían moverse; pero como son innumerables y han sido maltrechos por los choques desde la eternidad y arrastrados por sus pesos, no han cesado de moverse, de combinarse en todas las formas y de ensayar todo lo que podían crear con sus mutuas uniones; ha resultado de ello que, diseminados durante un tiempo infinito, después de probar todos los enlaces y movimientos, aciertan por fin a unirse aquellos cuyo enlace origina grandes cosas: la tierra, el mar, el cielo y las especies vivientes. Entonces no se veía aún la rueda del sol volando a lo alto con su luz abundante, ni los astros del vasto firmamento, ni el mar, ni el cielo, en fin, ni la tierra y el aire; ninguna cosa había semejante a las nuestras; en la multiforme masa de los átomos estallaban siempre nuevas tempestades; se formaban nuevas aglomeraciones, y la discordia de los elementos en continua batalla confundía sus distancias, direcciones, enlaces, densidades, choques, encuentros y nociones, a causa de la diferencia de formas y variedad de figuras; pues en este caso los átomos no podían unirse en combinaciones estables, ni comunicarse unos a otros los movimientos convenientes. Empezó luego la separación de las partes; lo igual se junta con lo igual y emerge el mundo...

Como el mundo surgió mediante procesos naturales, debe explicarse su constitución armónica sin invocar una inteligencia divina que haya diseñado las cosas. Estas no pudieron formarse sin ensayos, tuvo que haber fracasos, formaciones monstruosas que hoy no vemos sobre la faz de la tierra. La materia no posee ni voluntad ni inteligencia y debió originar las cosas sin concierto, sujeta a los enlazamientos fortuitos y a veces transitorios. Pero integró finalmente cosas bien constituidas porque se ensayaron todas las combinaciones posibles y se dispuso de un tiempo prácticamente infinito. En algún momento -- del tiempo surgieron las grandes cosas del mundo, que al estar bien formadas permanecieron. Sin embargo, ni aun éstas durarán por siempre, llegará el momento de su ruina como les llega a todas las cosas; mientras eso ocurre, las cosas armoniosas no tienen por qué cambiar, la naturaleza no posee una plasticidad tan grande como para transformar lo que tanto trabajo costó hacer. Además, si ya se ensayaron todas las combinaciones posibles no existe ninguna razón para que al principio no se formaran todas las cosas armoniosas. No hay por qué pensar que en el futuro vayan a surgir animales o plantas nuevos; por el contrario, su existencia parece siempre amenazada por la inevitable disolución final.

Lucrecio recupera así un planteamiento cuya formulación original se atribuye generalmente a Empédocles. ¹³ :

En aquel tiempo intentó la tierra también crear muchos monstruos, que nacían con cara y miembros dignos de admiración: el andrógino, intermediario entre los dos sexos sin ser ni uno ni otro, ni pertenecer a ninguno: algunos, privados de pies; otros, desprovistos de manos; otros se hallaban mudos y privados de boca, o ciegos o privados de rostro; otros estaban atados, con los miembros adheridos al cuerpo, sin poder hacer nada ni ir a ninguna parte, ni evitar el peligro, ni subvenir a sus propias necesidades. Esos, y otros monstruos y portentos del mismo género, creaba; mas todo en vano, porque la misma naturaleza entorpeció su desarrollo, y no pudieron tocar la ansiada flor de la edad, ni encontrar alimento, ni ayuntarse con el acto de Venus. Está claro, pues, que deben concurrir muchas circunstancias para que las especies puedan forjarse por medio de la reproducción: primero, que haya alimentos; después, semillas genitales que puedan manar a través de los dulces miembros, y, para que la mujer se pueda ayuntar con los hombres, la posesión de los órganos que permitan a ambos intercambiarse mutuamente el placer.

Necesario es que, entonces, se hayan destruido muchas especies animadas que no pudieron establecer descendencia por medio de la reproducción. Porque todas las especies que miras gozar del aire vivificante han tenido la astucia, o la fuerza, o la rapidez en fin,

que ha mantenido en seguro la raza desde el principio del tiempo.

Sin duda, el mérito de las reflexiones de Lucrecio, quien seguía una tradición que se remonta a Anaximandro y Epicuro, no se ve disminuido - por señalar que no es un planteamiento de selección natural darwiniana, ni se vería incrementado si la pretensión contraria tuviera bases.

No puede negarse que el parecido entre Darwin y Lucrecio es a -- primera vista sorprendente. Así como en Darwin las variaciones que aparecen en los organismos son fortuitas, muy abundantes y sin efecto adaptativo directo, en Lucrecio también se habla de combinaciones tan abundantes que equivalen a todas las posibles, y no son siempre adecuadas. No obstante, en Darwin se trata de las variaciones entre los individuos de una misma especie y esas variaciones podrán perpetuarse si y sólo si proporcionan a los organismos en que aparecen una ventaja adaptativa y, en consecuencia, reproductiva respecto al resto de los individuos de su propia especie. Mientras que en Lucrecio las combinaciones armoniosas resultan de un solo paso, no plantea que una cosa se haya mejorado en un aspecto y luego en otro. Un organismo no llegó a estar -- bien hecho, simplemente se formó bien o se formó mal; el formarse bien no es resultado de un proceso, sino de una combinación armoniosa.

Merece destacarse también que ambos pensadores materialistas coinciden en la necesidad de que la naturaleza disponga de un tiempo casi ilimitado, pues en ausencia de un plan de creación diseñado por algún dios, alcanzar el éxito, implica tropiezos que no encontraría un creador que todo lo sabe, todo lo controla y todo lo prevee.

La comparación entre Lucrecio y Darwin podría continuarse indefinidamente, pero quizá nos llevará a caer en el mismo error que criticamos: comparar lo que no es comparable y asimilar lo que no es asimilable.

El argumento central para negar que Lucrecio conciba un proceso de selección natural es muy sencillo: la función de esa "selección natural" no es cambiar las especies, sino eliminar monstruos y criaturas débiles surgidas en el comienzo de todas las cosas e incluso hoy. El creacionismo bíblico del - siglo XVIII dirá algo muy similar: las especies no pueden cambiar porque toda

variación que aparezca en ellas las hará más susceptibles de ser eliminadas por la guerra perpetua que hay entre las especies. La eliminación de las modificaciones, que sólo pueden ser para empeorar, garantiza la inmutabilidad de las especies.

Se olvida con demasiada frecuencia que para Darwin la selección natural no es nada más un mecanismo de eliminación de los organismos que no están bien adaptados al medio -si la hubiera reducido a eso no lo recordaríamos hoy como evolucionista-, sino fundamentalmente un mecanismo preservador de las variaciones favorables y sobre todo constructor de las adaptaciones al ir acumulando gradualmente, generación tras generación, las variaciones espontáneas que resulten favorables para los individuos en que aparecen. Para Lucrecio se trata de eliminación que impide el cambio, para Darwin además de -- preservación y construcción de algo nuevo.

Según Lucrecio, no pueden mezclarse organismos diferentes, pues deben conservarse las diferencias que existen entre ellos¹⁴:

... el que hubiera en las tierras numerosas semillas de seres cuando ella produjo los animales, no significa que hayan podido crearse unos seres híbridos y cuerpos formados de dos vivientes distintos. Efectivamente, las diversas clases de plantas, cereales y árboles de fruta, que siguen hoy como entonces saliendo en abundancia en las tierras, no pueden, a pesar de eso, nacer pegados unos a otros, mas, a la inversa, cada cosa prosigue de tal manera su -- propia marcha, que todas conservan sus caracteres según la ley inmutable de la naturaleza.

Esta idea de un orden natural inalterable se repite de diferentes maneras a lo largo del poema De la naturaleza de las cosas. Sin embargo, la visión de Lucrecio no era fatalista, pues intentaba combatir las supersticiones religiosas y el miedo a la muerte. De acuerdo con Benjamin Farrington, Epicuro, fuente de inspiración de Lucrecio, también intentó concebir el mundo de una manera no fatalista para preservar la libertad del individuo de establecer sus propios caminos. Epicuro habría dicho que¹⁵: "Sería mejor conformarse con el mito acerca de los dioses que el ser esclavos del fatalismo de los filósofos naturalistas".

Antes de concluir esta breve reflexión sobre la inexistencia del

problema del origen primario de la vida y del pensamiento evolutivo en Lucrecio, una palabra más acerca de la relación entre Darwin y los filósofos naturalistas de la antigüedad.

Darwin encontró en las imperfecciones de los organismos un poderoso argumento para atacar al creacionismo¹⁶: si Dios es perfecto, ¿por qué hay tanta imperfección y tanta crueldad en el mundo natural? Lucrecio llegó a una conclusión muy similar¹⁷:

Y, aunque yo no supiera de la existencia de los elementos primordiales de las cosas, a pesar de todo me atrevería a sostener y a afirmar, basado en las razones mismas del cielo y en otra multitud de detalles, que de ninguna manera ha sido creada para nosotros -- por obra de los dioses la naturaleza del mundo: tan abrumada está de defectos.

Sin pretender haber agotado el análisis de los filósofos de la antigüedad -- pues resulta evidente que faltan muchos y que apenas toqué superficialmente a los que sí fueron mencionados líneas arriba --, creo válido concluir que en esa época hubo una condición de imposibilidad teórica (reflejada en el conjunto de sus concepciones) y material (por la ausencia de conocimientos profundos sobre la naturaleza) para formular una concepción evolucionista. La historia natural de los siglos XVII y XVIII: la armonía preestablecida por el creador excluye el azar y la historia

A lo largo del medioevo dominó la visión cristiana de un mundo que se encamina hacia su ruina, que culminará con el Apocalipsis. La menor sujerencia de que el mundo puede ser distinto de como es o de que existen imperfecciones en las creaciones divinas -- como manchas en el Sol o montañas en la Luna --, era considerada como una amenaza contra el orden social establecido. -- La Iglesia no defendía los dogmas teológicos porque fuera muy importante establecer cuántos ángeles caben en la punta de un alfiler, o si Cristo poseía ombligo, o si Dios es una trinidad o uno solo, sino porque cuestionarlos parecía ser la puerta de entrada al rechazo de la autoridad espiritual y social de la Iglesia, así como al cuestionamiento de las relaciones entre los hombres.

El desarrollo inicial del capitalismo produjo en la época clásica un florecimiento inusitado de las ciencias. Científicos como Descartes, Galileo y Newton, contribuyeron a construir la imagen de un mundo sujeto a una

causalidad exacta e inexorable, ordenado hasta en sus últimos detalles y que funcionaba de esa manera porque así había sido creado.

La filosofía experimental de los siglos XVII y XVIII no hizo innecesario a Dios, como suele decirse, más bien reforzó su necesidad, puesto que algún principio inteligente tenía que ser responsable de la armonía y perfección del mundo.

Las ciencias naturales de la época -la mecánica, la óptica, la hidrodinámica, la historia natural- provocaron un auge de la teología natural. En contra de la teología revelada, que defendía la lectura de la Biblia como la mejor manera de conocer y respetar a Dios, la teología natural pretendía conocerlo y formarse una imagen de él a través del estudio racional de sus obras. Esto hizo entrar en pugna con la Iglesia a científicos que, como Galileo y Buffon no eran ateos. Algunas corrientes de la teología natural surgieron del deísmo y lo reforzaron, mientras que otras desembocaron, tras una serie de rupturas con su propio pasado, en el ateísmo materialista.

Así, el desarrollo de las ciencias naturales estuvo ligado no sólo al desarrollo económico del capitalismo, sino también a la sustitución -primero por el Derecho y luego por la ciencia- de la teología como fuente de legitimación social.

Las explicaciones sobre los minerales, las plantas y los animales se elaboraron en este contexto, que no es precisamente el de la lucha a muerte entre la ciencia y la religión o entre el materialismo y el idealismo. Lo mismo se encuentran en esa época científicos profundamente religiosos que filósofos materialistas profundamente idealistas.

Había un acuerdo generalizado entre los científicos en explicar el funcionamiento del mundo actual mediante causas secundarias, es decir, leyes establecidas inicialmente por el Creador y que desde entonces funcionan por su propia cuenta. Se invocaba al Creador sólo cuando algo era inexplicable a través de causas secundarias.

En particular, los actos creativos sólo eran posibles con Su intervención directa. Para Newton, quien escribió una cantidad enorme de textos teológicos y de profecías no publicadas, las leyes naturales comenzaron a operar sólo después de que Dios creó el mundo, colocó a los planetas en sus órbitas y les dio el primer impulso para ponerlos en movimiento. Según la mayoría de los naturalistas -Harvey, Redi, Leewenhoek, Malpighi, Spallanzani-, sólo -- Dios pudo darles originalmente la vida y la forma a los vegetales y los animales.

Después de la Reforma, la Iglesia reinterpretó la Biblia y, a diferencia de San Agustín y Santo Tomás, concluyó que después de los seis días en que Dios creó el mundo no puede haber ninguna nueva creación. Así, resulta sólo una ilusión pretender que haya algo nuevo bajo el sol, nuestros sentidos nos engañan al mostrarnos que hoy surgen como cosas totalmente nuevas, engendradas a partir del lodo o de materia en putrefacción, animáculos de las formas más diversas. Esos animáculos debieron haber sido creados inicialmente -- por Dios y sus gérmenes se hallaban escondidos esperando las condiciones favorables para desarrollarse.

La generación espontánea de infusorios, esas diminutas bestezuelas que pululan por doquier, se cuestiona cada vez más, tanto por razones teológicas, como filosóficas y experimentales.

La forma en que se conciben los procesos naturales -sujetos a la regularidad, la repetibilidad y ajenos al azar, que al ser la negación de la causalidad sería también la negación de Dios-, excluye la posibilidad de generación espontánea.

Los gérmenes de los infusorios se hallarían en el agua, en la tierra, en el aire, e incluso en las plantas, los animales y el hombre, desde que Dios los creó. Algunos se desarrollaron ayer, otros hoy y los demás lo harán mañana, pero todos fueron creados al mismo tiempo.

¿Y cómo se forman los nuevos animales que resultan de la generación sexual, de la cruce de dos organismos de sexo opuesto? Las causas secunda

rias, esto es, la materia y el movimiento, no pueden dar cuenta de ello, como pretendió Descartes en la primera mitad del siglo XVII. La mezcla de los líquidos seminales masculinos y femeninos no bastaría para producir por sí sola un nuevo ser tan perfecto y armonioso que no sólo es capaz de nutrirse y crecer, sino también de dejar descendencia y de ocupar un lugar exacto en la economía natural diseñada por el Creador. Tiene que haber sido Él quien les dio al principio la forma. Los organismos que crecen en el vientre materno, en -- huevos puestos en el agua o en huevos de gallina, deben existir preformados en miniatura, pero son tan pequeños que resultan invisibles al ojo humano aun que se ayude del microscopio, si bien algunos naturalistas dijeron haber observado esas miniaturas preformadas y las dibujaron.

Para la escuela de los ovistas --que defendía un principio de economía: se producen demasiados espermatozoides--, ese adulto en miniatura se hallaba preformado en el óvulo. Para la escuela minoritaria de los animalculistas o espermatistas, se hallaba en el espermatozoide, cuyo papel reducían sus contrincantes al de parásito o de mero estímulo desencadenador.

La teoría de la preformación llevó al triunfo de la teoría de la preexistencia, que hoy puede parecer absurda, pero que se ajustaba nítidamente a las exigencias de la filosofía científica dominante en la época clásica.

Convengamos en que el germen se encuentra preformado y que su desarrollo es simplemente crecimiento. Cuando llegue a la etapa adulta podrá generar nuevos seres porque los contenía dentro de sí antes de nacer. Es más, tanto él como sus progenitores y el resto de sus ancestros hasta llegar al momento de la creación, al igual que sus hijos y sus descendientes hasta llegar al fin de la duración que Dios le estableció al mundo, fueron creados todos al -- mismo tiempo. Se hallan contenidos unos dentro de los otros.

La primera mujer, aunque según la Biblia Eva no tuvo hijas, tendría en sus óvulos mujeres y hombres preformados. A su vez, cada una de esas minimujeres tendría en sus óvulos otras mujeres, que a su vez tendrían otras. Este encajonamiento sucesivo era coherente con las mónadas leibnizianas, así como con el descubrimiento de Charles Bonnet de la partenogénesis en los pulgo

nes. Fue en estos peculiares insectos en los que se conoció por primera vez la capacidad de las hembras para producir progenie sin la participación del macho.

En este contexto teológica y filosóficamente opuesto a la generación espontánea fue en el que realizaron sus experimentos Francesco Redi y Lazzaro Spallanzani, siendo este último un convencido defensor del preformismo o vista. Es evidente, a pesar de lo que dicen la mayoría de los libros de texto, que su rechazo de la generación espontánea no provino exclusivamente de sus experimentos; la duda de que exista la generación espontánea antecede al diseño del experimento, y tiene en consecuencia otras fuentes.

No hay teoría que pueda explicarlo todo. Lo que está fuera de su marco conceptual y problemático suele convertirse en razón para su rechazo. La teoría de la preformación-preexistencia no podía dar cuenta claramente de la existencia de malformaciones congénitas y de organismos monstruosos.

Lo anormal, lo monstruoso, lo que rompe el flujo de la cotidianidad, ha jugado un papel tan importante en la biología como en la filosofía y la moral. La omnisapiencia y omnipotencia divinas no podían ser responsables de lo imperfecto.

El Marqués de Sade pretendió que todo lo hecho por el hombre es permisible, al estar en su naturaleza, y que no puede culpársele más a él que a su Creador; otros recurrían a la doctrina del libre albedrío para salvar este escollo.

En diversos campos del saber y del acontecer social fue desmoronándose la imagen de un mundo armonioso y perfectamente diseñado para una estabilidad perenne. Los campesinos fueron despojados de sus tierras y lanzados al mercado de trabajo como individuos libres de vender su única posesión -la fuerza de trabajo- y de ascender socialmente a través de la competencia, el ahorro y la previsión. El mundo dejó de estar condenado a ser siempre el mismo y se suponía que todo cambio sería para mejorar. La burguesía en ascenso se presentó ante las clases explotadas como la representante de los intereses del conjunto de la sociedad y contrapuso la razón a la tradición, la ciencia a la re-

ligión, el trabajo asalariado y la libre concurrencia a las relaciones serviles y las trabas en la producción y la circulación de las mercancías.

Al mismo tiempo que se producían estos cambios sociales ocurrían otros en la esfera de lo teórico, aunque estos últimos obedecían a sus propios ritmos y refundiciones. El avance del pensamiento ilustrado no hizo sucumbir a la Iglesia, entre otras razones, porque la sociedad no es un todo homogéneo y aquel modo de concebir el mundo pertenecía sobre todo a la burguesía y sectores avanzados de la nobleza, mientras que la Iglesia siguió teniendo un papel importante en el control de obreros y campesinos.

Los cambios de las concepciones científicas son tanto productos como condiciones de posibilidad de las transformaciones sociales y económicas. El paso de la esfera de la organización social y la producción a la esfera de lo teórico, y viceversa, se hace a través de diversas mediaciones, que tienen que ver con la división social del trabajo, con los problemas que son considerados en diferentes momentos dignos de investigación, con la inserción social y las posiciones filosóficas y políticas de los científicos, con los proyectos de las clases dominantes y el Estado, etc. Esas mediaciones son difíciles de establecer, pero existen y es preferible buscarlas a suponer que la historia del conocimiento científico es ajena al bajo mundo de la política y la economía.

Así como no podía explicar a los monstruos, la teoría de la preformación-preexistencia tampoco lograba hacerlo con la herencia biparental, con las hibridaciones entre distintas especies de plantas y con la presencia de tenias y solitarias en los intestinos de algunos seres humanos.

Si los gérmenes estaban preformados en alguno de los dos progenitores, entonces ¿por qué a veces los hijos se parecían a ambos, o bien a un abuelo o un tío? Si cada especie poseía sus propios gérmenes preformados distintos de los de otras, ¿por qué se entrecruzaban y solían producir organismos con características intermedias?

Si las tenias y las solitarias, cuyo ciclo de vida se estableció

con precisión hasta 1852 e involucra a un hospedero intermedio o vector que lo transmite al hospedero definitivo, no se forman en los intestinos por generación espontánea, entonces ¿cómo llegaron allí? No pudieron hacerlo en el agua, el aire o los alimentos, ya que eso requeriría de un encuentro fortuito entre el hospedero y los parásitos, y el azar está excluido del funcionamiento de la naturaleza. No pudieron tampoco estar en el intestino de Eva y en los humanos en miniatura contenidos en ella todas las tenias y solitarias creadas, porque es evidente que no todos los seres humanos están parasitados, además de que -- Dios no podía habérselas puesto al crearla porque era todavía pura e inocente, ni pudo hacerlo para castigarla después de que indujo a Adán al pecado carnal porque Dios ya había terminado la creación.

La generación espontánea fue la única explicación para el origen de estos gusanos aceptable teológica, filosófica y científicamente hacia la pe última década del siglo XVIII. Quienes propusieron esa explicación ganaron el premio que la Academia de Ciencias de Copenhague otorgó a la mejor explicación científica sobre el origen de esos parásitos, que nunca habían sido vistos -- fuera de los intestinos, que poseían estructuras muy adecuadas para afianzarse a ellos, que se nutrían y crecían en su interior y que se habían hallado incluso en productos abortados.¹⁸

Todas estas objeciones a la preformación-preexistencia, aunadas al ascenso del materialismo y del pensamiento histórico en las disciplinas sociales, // la geología y la astronomía, condujeron al debilitamiento de esa concepción estática de la generación sexual. Como analizaremos más adelante, la teoría epigenética del desarrollo embrionario explicaba mucho mejor las cuestiones que la preformación no podía explicar.

Los naturalistas de los siglos XVII y XVIII aceptaban todavía, -- aunque cada vez eran más los incrédulos, la cronología defendida por la Iglesia, de acuerdo con la cual el planeta tenía una edad de seis mil años. Como señaló Charles Darwin en 1859 en El origen de las especies¹⁹: "La creencia de que las especies eran creaciones inmutables fue casi inevitable mientras se -- creyó que la historia del mundo fue de corta duración...".

Según la teoría de la creación especial, cada especie actual fue

creada de manera independiente a las demás, y todas tienen la misma edad. - Dios diseñó perfectamente sus partes para hacerlas ocupar lugares específicos en la economía natural y las colocó en regiones adecuadas del mundo. Cada organismo está atado a un conjunto de relaciones necesarias e imperturbables - con otros seres, pero esas relaciones son resultado del designio divino y no de procesos naturales, y a una zona geográfica más o menos restringida más allá de la cual las especies no pueden ir so pena de muerte.

La guerra perpetua entre las especies garantiza la estabilidad de la economía natural, todo individuo que sufra modificaciones será más susceptible al ataque de los depredadores o de los parásitos, pues esos cambios sólo pueden ser para empeorar, para degenerar el diseño divino perfecto. Del mismo modo, las especies que vayan más allá del lugar en que fueron creadas serán - más fácilmente víctimas de otras especies que no fueron diseñadas para entrar en contacto con las especies transgresoras. La economía natural funciona como un mecanismo de relojería cuyos resortes y engranes son las proporciones entre plantas y animales, sus distribuciones originales, y la conservación y - destrucción de los organismos según lo estableció de una vez y para siempre el Creador.²⁰

Todas las producciones naturales, es decir las que no son producto del arte, pueden dividirse en tres reinos: mineral, vegetal y animal. Fueron creadas de acuerdo con tres principios: el de continuidad, el de plenitud y el de jerarquía²¹. Sólo la omnipotencia pudo crear tantas y tantas cosas - tan diversas, como uno de sus atributos es la infinitud la divinidad creó todo lo que es posible; en consecuencia, existe una gradación insensible entre todas las cosas naturales y el paso de una a otra se hace a través de innumerables formas intermedias. Idealmente, esa continuidad incluye también a los individuos de cada especie, es decir, habrá algunos individuos que conecten a una especie con formas más imperfectas y otros que la conecten con formas -- más perfectas. En esa sucesión de formas no debe existir ningún hueco, todo debe estar lleno.

En el siglo XVIII los europeos conocieron por primera vez al ornitorrinco, que fue interpretado como el eslabón que faltaba entre las aves y --

los mamíferos, ya que además de ser mamífero posee un pico semejante al del pato y pone huevos como las aves. Para algunos autores que aceptaban la posibilidad de extinción de especies, los fósiles podían ser utilizados para llenar los huecos que existieran en la cadena de los seres. Quienes negaban esa posibilidad recurrían al expediente de las zonas todavía no exploradas del planeta o a la existencia en otros planetas de esas producciones naturales aparentemente faltantes; si en el tiempo actual y en este planeta no se cumplen a la perfección los principios de continuidad y plenitud, sí lo hacen considerando el tiempo y tamaño totales del universo.

La jerarquía de la cadena va de lo más perfecto, el hombre, a lo más imperfecto, los elementos fundamentales. Al medir la perfección mide también la cercanía relativa al Creador, que es un nivel inalcanzable

Entre una producción natural y otra siempre será posible hallar algún eslabón: los hongos entre los minerales y las plantas, los zoofitos entre las plantas y los animales, las babosas entre los caracoles y los reptiles, las ardillas voladoras entre las aves y los mamíferos, las avestruces entre las aves y los cuadrúpedos, los monos entre los cuadrúpedos y el hombre. Pero en ningún caso implica esto una relación de descendencia, ya que cada escalón conserva su diferencia respecto a los otros.

El hombre está encadenado como las demás especies al plan de la creación. Algunos seres humanos nacen para ser campesinos y otros para ser nobles. Los primeros ocupan el escalón más bajo en la jerarquía "natural" y son más cercanos a los animales, mientras que los segundos son casi el eslabón -- que nos conectaría con los ángeles²².

La estabilidad del mundo natural y social está garantizada por designio divino. Estos cuatro conceptos -- la preformación, la edad breve del mundo, la economía natural y la cadena de los seres -- se refuerzan mutuamente. Está preformada no sólo la morfología de los organismos sino también las relaciones entre ellos. El tiempo corto hace difíciles los cambios de los organismos y mantiene cerca del presente el momento de la creación.

Algunos naturalistas sugerirán, como Charles Bonnet, que el con

junto de la cadena de los seres se está moviendo y que llegará un momento en que el hombre se convierta en ángel y los animales ocupen su lugar. Pero cada especie conservará su distancia respecto a las otras porque todas se moverán al unísono. Si hubo en el siglo XVIII un teórico de la preformación, fue él. - De manera que lo sugerido por él no es una serie de transformaciones históricas en que aparecen organismos verdaderamente nuevos, sino el cumplimiento de un destino, el crecimiento de los gérmenes preformados que fueron colocados - desde el principio en los seres para coincidir con los cambios futuros del mundo. El Omnipotente previó los cambios venideros del mundo y también tuvo - que prever cómo serán los seres que lo habitarán, por eso los encapsuló unos dentro de los otros. En el siglo XVIII y principios del XIX la palabra evolución significaba algo muy distinto a lo que significó después²³. Para los preformistas, la "evolución de los gérmenes" era el desenvolvimiento y crecimiento de las miniaturas preformadas.

Linneo y Buffon como primeros atisbos del pensamiento evolucionista necesario para plantearse el origen primario de la vida

A diferencia de los naturalistas jónicos, de Epicuro y de Tito Lucrecio Caro, los naturalistas del siglo XVIII sí se plantearon el problema de la mutabilidad de las especies y la posibilidad de que unas especies se deriven de otras. No produjeron ninguna teoría evolutiva, pero al intentar conciliar la concepción creacionista con los nuevos conocimientos se vieron obligados a aceptar una pequeña capacidad de cambio en las especies.

Para mostrar cómo aceptaron la introducción de la capacidad de cambio limitado, analizaré sucintamente los planteamientos de dos de los más grandes naturalistas del siglo XVIII: Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, y Carl von Linneo.

Comencemos con el segundo, reputado como convencido defensor de la inmutabilidad de las especies. En la primera edición de su Systema naturae (1735), sostenía que hoy existe el mismo número de especies que Dios creó originalmente. Cada especie tiene una existencia real y los caracteres que la definen son permanentes, mientras que los caracteres no esenciales pueden experimentar cambios ligeros que generalmente revierten al tipo original después de un cierto tiempo. Las diferencias que separan a las especies son claras y permanentes, pues cada especie equivale a un producto divino especial, a una

los mamíferos, ya que además de ser mamífero posee un pico semejante al del pato y pone huevos como las aves. Para algunos autores que aceptaban la posibilidad de extinción de especies, los fósiles podían ser utilizados para llenar los huecos que existieran en la cadena de los seres. Quienes negaban esa posibilidad recurrían al expediente de las zonas todavía no exploradas del planeta o a la existencia en otros planetas de esas producciones naturales aparentemente faltantes; si en el tiempo actual y en este planeta no se cumplen a la perfección los principios de continuidad y plenitud, sí lo hacen considerando el tiempo y tamaño totales del universo.

La jerarquía de la cadena va de lo más perfecto, el hombre, a lo más imperfecto, los elementos fundamentales. Al medir la perfección mide también la cercanía relativa al Creador, que es un nivel inalcanzable

Entre una producción natural y otra siempre será posible hallar algún eslabón: los hongos entre los minerales y las plantas, los zoofitos entre las plantas y los animales, las babosas entre los caracoles y los reptiles, las ardillas voladoras entre las aves y los mamíferos, las avestruces entre las aves y los cuadrúpedos, los monos entre los cuadrúpedos y el hombre. Pero en ningún caso implica esto una relación de descendencia, ya que cada escalón conserva su diferencia respecto a los otros.

El hombre está encadenado como las demás especies al plan de la creación. Algunos seres humanos nacen para ser campesinos y otros para ser nobles. Los primeros ocupan el escalón más bajo en la jerarquía "natural" y son más cercanos a los animales, mientras que los segundos son casi el eslabón que nos conectaría con los ángeles²².

La estabilidad del mundo natural y social está garantizada por de signio divino. Estos cuatro conceptos -la preformación, la edad breve del mundo, la economía natural y la cadena de los seres- se refuerzan mutuamente. Está preformada no sólo la morfología de los organismos sino también las relaciones entre ellos. El tiempo corto hace difíciles los cambios de los organismos y mantiene cerca del presente el momento de la creación.

Algunos naturalistas sugerirán, como Charles Bonnet, que el con

junto de la cadena de los seres se está moviendo y que llegará un momento en que el hombre se convierta en ángel y los animales ocupen su lugar. Pero cada especie conservará su distancia respecto a las otras porque todas se moverán al unísono. Si hubo en el siglo XVIII un teórico de la preformación, fue él. - De manera que lo sugerido por él no es una serie de transformaciones históricas en que aparecen organismos verdaderamente nuevos, sino el cumplimiento de un destino, el crecimiento de los gérmenes preformados que fueron colocados - desde el principio en los seres para coincidir con los cambios futuros del mundo. El Omnipotente previó los cambios venideros del mundo y también tuvo - que preveer cómo serán los seres que lo habitarán, por eso los encapsuló unos dentro de los otros. En el siglo XVIII y principios del XIX la palabra evolución significaba algo muy distinto a lo que significó después²³. Para los preformistas, la "evolución de los gérmenes" era el desenvolvimiento y crecimiento de las miniaturas preformadas.

Linneo y Buffon como primeros atisbos del pensamiento evolucionista necesario para plantearse el origen primario de la vida

A diferencia de los naturalistas jonios, de Epicuro y de Tito Lucrecio Caro, los naturalistas del siglo XVIII sí se plantearon el problema de la mutabilidad de las especies y la posibilidad de que unas especies se deriven de otras. No produjeron ninguna teoría evolutiva, pero al intentar conciliar la concepción creacionista con los nuevos conocimientos se vieron obligados a aceptar una pequeña capacidad de cambio en las especies.

Para mostrar cómo aceptaron la introducción de la capacidad de cambio limitado, analizaré sucintamente los planteamientos de dos de los más grandes naturalistas del siglo XVIII: Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, y Carl von Linneo.

Comencemos con el segundo, reputado como convencido defensor de la inmutabilidad de las especies. En la primera edición de su Systema naturae (1735), sostenía que hoy existe el mismo número de especies que Dios creó originalmente. Cada especie tiene una existencia real y los caracteres que la definen son permanentes, mientras que los caracteres no esenciales pueden experimentar cambios ligeros que generalmente revierten al tipo original después de un cierto tiempo. Las diferencias que separan a las especies son claras y permanentes, pues cada especie equivale a un producto divino especial, a una

idea particular.

La propia práctica taxonómica requiere suponer que los caracteres que separan a una especie de otra son permanentes, de lo contrario no sería posible clasificar a los organismos. Una especie puede tener una o más variedades, pero los caracteres que las separan no fueron establecidos por el Creador, sino son producidos por el azar. Además, esos caracteres no son permanentes pues tienden a revertir al tipo original.

Las variaciones dentro de la misma especie están permitidas, pero no puede irse más allá de ella y pasar a otra especie²⁴:

Todas las especies reconocidas por los botánicos provienen de las manos del Creador, y su número es hoy y será siempre exactamente el mismo, mientras que todos los días surgen a partir de las verdaderas especies de los botánicos las nuevas y diferentes especies de los floricultores, y una vez que han surgido revierten a las formas originales. Por consiguiente, la naturaleza estableció a las primeras límites fijos, más allá de los cuales no pueden ir, mientras que las segundas muestran constantemente las infinitas variaciones espontáneas de la naturaleza.

Esta es la posición fijista que Linneo mantuvo al principio de su carrera. Sin embargo, años después estudió una planta que parecía intermedia entre otras dos especies, y concluyó que era resultado de la hibridización, - que por esa época comenzaba a estudiarse con más cuidado. Aceptó que sólo por hibridización pueden surgir nuevas especies no salidas directamente de las manos del Creador, llamadas por eso especies hijas del tiempo. Claro está, las transgresiones de los límites de la especie constituían más bien la excepción que la regla.

En la décima edición del Systema naturae (1758), Linneo eliminó - la afirmación de que hay y siempre habrá tantas especies como Dios creó. Como parecía ser innegable que podía formarse una nueva especie por la hibridización de otras dos ya existentes y pertenecientes a géneros distintos, Linneo parece haber decidido atribuir la responsabilidad de esos cambios a Dios y a su poder delegado, la naturaleza, pero esos cambios parecen haberse producido esencialmente en el pasado, y hoy sólo pueden surgir variedades no permanentes. En su Fundamentum fructificationis (1762) decía²⁵:

Imaginamos que en el momento real de la creación el Creador hizo una sola especie para cada orden natural de plantas, siendo cada una de esas especies diferente de todas las demás en hábito y fructificación. Que hizo mutuamente fértiles a todas estas especies, para que de su progenie, habiendo cambiado ligeramente la fructificación, surgiera en las clases naturales un número de géneros tan grande como el número de progenitores diferentes, y como esto ya no ocurre, consideramos que esto también lo hizo su Omnipotente Ma no directamente al principio. Por tanto, todos los géneros existieron desde el principio y consistían de una sola especie. Como se produjeron tantos géneros como individuos había al principio, en el curso del tiempo estas plantas fueron fertilizadas por otras de diferentes tipos y así surgieron las especies hasta que se produjeron todas las que hoy existen ... Y como a veces estas especies -- fueron fertilizadas por otras que no eran sus congéneres, es decir no eran especies del mismo género, así surgieron las variedades.

Todavía más claro es lo que dijo dos años después en la sexta edición del Genera plantarum (1764)²⁶:

1. Al principio el Creador cubrió la substancia medular de las plantas con los principios de que consisten los varios tipos de corteza, y así formó tantos individuos como hoy existen órdenes naturales.
2. Los prototipos vegetales de 1 fueron mezclados entre sí por el Omnipotente, y hoy existen tantos géneros en los órdenes como nuevas plantas fueron formadas de esa manera.
3. Los prototipos genéricos de 2 fueron mezclados entre sí por la naturaleza, y de esta manera en cada género se formaron tantas especies como hoy existen.
4. Las especies cuyo origen -- fue explicado en el parágrafo 3, fueron mezcladas entre sí por el azar, y de esta manera surgieron las variedades que se hallan por doquier.
5. Estos procesos (1-4) ocurrieron por las leyes del Creador que llevan de lo simple a lo complejo; las leyes de la naturaleza al producir híbridos; las leyes del hombre al observar lo que ha ocurrido.

Enfrentado al hecho de que hay especies vegetales híbridas capaces de dejar descendencia, Linneo elaboró toda una teoría para responsabilizar de esos cambios a Dios y a la naturaleza. Sin embargo, esas mezclas entre géneros distintos que producen nuevas especies son cosa del pasado, hoy sólo ocurren mezclas entre especies y se producen variedades de vida fugaz. A pesar de que incorpora a su esquema la posibilidad de cambio, éste no va más allá de la especie. Sólo Dios y la naturaleza pudieron efectuar cambios importantes, mientras que el azar sólo produce cambios a tal grado intrascendentes que las variedades así formadas ocupan la atención del floricultor o del horticultor, más no del botánico, quien sólo se ocupa de las especies. A Linneo no se le ocurre que en el futuro puedan formarse nuevas especies; desde el principio existieron suficientes especies para formar con ellas una cadena completa desde lo simple hasta lo complejo. En Linneo, el conocimiento de la naturaleza no ha escapado todavía de la camisa de fuerza de la teología.

En el desarrollo de sus ideas sobre la cuestión de la generación espontánea, Buffon contó con la colaboración del abate inglés John T. Needham. Este último comenzó sus experimentos para demostrar la generación espontánea en 1748. Pretende que sus afirmaciones se desprenden de los hechos observados en la experimentación, al tiempo que ataca la preformación por ser un producto de la imaginación que no encuentra sustento en la realidad.

Comparte con Buffon la idea de que existe en la naturaleza una fuerza productiva. Al igual que otros, critica la preformación porque no explica la herencia biparental, la reproducción vegetativa de las plantas, la regeneración de las partes en los pólipos, etc. Para Needham, los animálculos que aparecen en sus infusiones se producen por la liberación de las partes orgánicas contenidas en la materia animal o vegetal que albergan sus redomas. Afirma que impidió, tapándolas con corchos cuidadosamente barnizados, el paso del aire, razón por la que los animálculos deben tener un origen interno. La corrupción del material orgánico hace posible la generación de animálculos a partir de las partes que antes conformaron a seres vivientes. En toda materia animal o vegetal existiría una fuerza vegetativa que genera animálculos; los que a su vez dan origen después a otros animálculos más imperfectos. Sin embargo, la capacidad creadora de esa fuerza vegetativa tiene un límite prefijado, ya que el Creador limitó las especies a un cierto número.

Asegura la validez de su punto de vista destacando que

...además de las precauciones que tomé para que ningún supuesto germen pudiera ser transportado por el aire o el agua, o permanecer adherido a las substancias en infusión, frecuentemente he utilizado para esos propósitos no sólo caldo caliente sellado inmediatamente en una redoma, sino también substancias animales puras, tales como orina, sangre, etc., con el mismo éxito: y en éstas, pienso, que nadie supondrá que existen gérmenes, huevas o puestas preexistentes, si se tiene el cuidado de cerrar las redomas inmediatamente.

No carece de interés señalar que quizá los experimentos que Pasteur realizó en la séptima década del siglo XIX hayan tenido como fuente de inspiración estas investigaciones de Needham con fluidos vitales.

Needham procura desmarcarse firmemente del materialismo, por ser una doctrina incorrecta y por hallarse sus experimentos muy lejanos de tal concepción. Entiende su proposición como totalmente compatible con la doctrina de la creación y con los postulados de la Iglesia.

En Needham no existe el problema del origen de la vida, pues las partes orgánicas que generan los animálculos provienen siempre de la descompo

sición de animales y plantas preexistentes.

De mayor interés para la cuestión que nos ocupa son los planteamientos de Buffon, que abordan tanto la posibilidad de transformación de las especies como la generación espontánea de los seres más sencillos.

Resulta difícil resumir la posición de Buffon porque sus ideas cambian a lo largo de su obra y en ocasiones están expresadas de manera poco clara. Esto ha motivado que algunos exégetas actuales vean en él a un precursor del transformismo, mientras otros lo consideran un defensor de la preformación por intermediación del molde interior.

Su interés se centró en las cuestiones de orden filosófico y metodológico. Consideró que la descripción y la clasificación son la parte menor, aunque necesaria, de la historia natural. Buffon quería que la historia natural pasara de las tareas de nombrar, describir, ordenar y clasificar a ser una ciencia de relaciones causales y de leyes generales. En los hechos particulares debe advertirse la operación de leyes generales.

En su Theories de la terre, incluida en el primer volumen de la Historia Natural publicado en 1749, no hace ningún uso de la concepción de la descendencia de las especies, pues parece atribuir la misma antigüedad a todas ellas.

En los volúmenes posteriores al primero abandonó la idea de que las especies son sólo productos de la razón, para defender que son entidades reales, definibles en términos exactos y estrictamente objetivos.

En el volumen segundo de la Historia Natural, publicado también en 1749, define en los siguientes términos a la especie:

Debemos considerar a dos animales como pertenecientes a la misma especie si por medio de la copulación pueden perpetuarse y conservar la apariencia de la especie, -- mientras que debemos considerarlos como pertenecientes a diferentes especies si son incapaces de producirnie por los mismos medios .

Añade que aun cuando se produzcan híbridos, se deberá considerar que son de diferentes especies, ya que los híbridos son estériles. Así, Buffon supone que para que una especie se constituya debe haber necesariamente una reproducción continua, perpetua e invariable. Las especies serían entidades reales, pero también constantes e invariables.

La visión embriológica de Buffon incluye una teoría de pangénesis:

Existe, pues, una materia viviente, universalmente distribuida en todas las substancias animales y vegetales, que sirve al mismo tiempo para su nutrición, su crecimiento y su reproducción... La reproducción se realiza sólo cuando las mismas materias se hacen superabundantes en el cuerpo del animal o de la planta. En ese mo --

mento cada parte del cuerpo libera las moléculas orgánicas que ya no puede admitir. Cada una de estas partículas es absolutamente análoga a la parte que las libera, ya que estaban destinadas a la nutrición de esa parte. Entonces, cuando se unen todas las moléculas liberadas por todas las partes del cuerpo -- forman necesariamente un pequeño cuerpo similar al original, ya que cada molécula es similar a la parte de la que proviene. De esta manera se realiza la reproducción en todas las especies... Por tanto, no hay gérmenes preexistentes, gérmenes contenidos unos dentro de los otros ad infinitum; hay una materia orgánica, siempre activa, siempre pronta a adquirir -- forma y ser asimilada y a producir seres similares a los que la reciben. Así, las especies animales y vegetales nunca pueden desaparecer por sí mismas. Mientras subsistan individuos pertenecientes a ellas, las especies siempre permanecerán como completamente nuevas. Son hoy como fueron hace tres mil años .
(Hist. Nat., II, 1749).

A medida que se fue enfrentando al problema de la variabilidad de las especies y a establecer las relaciones entre las mismas, Buffon fue ampliando su concepto de especie. Las variedades serían distintas de las especies, incluirían muchas de las que Linneo llamó especies. La especie es una entidad real, objetiva, definida, natural, mientras que las variedades parecen algo más arbitrario, entia rationis.

Los estudios de anatomía comparada, que demostraban la existencia de la unidad de tipo entre los animales vertebrados, podían ser interpretados como una prueba de que al crearlos Dios usó una sola idea que luego varió de todas las maneras concebibles, para que así el hombre pudiera admirar -- tanto la magnificencia de la realización como la sencillez del diseño. En la Historia Natural, Buffon adopta esta posición, pero también especula sobre la hipótesis de comunidad de descendencia al derivar las posibles consecuencias de la unidad de tipo:

No sólo el asno y el caballo, sino también el hombre, los monos, los cuadrúpedos, y todos los animales, podrían ser considerados como constituyentes de una sola familia... Si se admitiera que el asno es de la familia del caballo y difiere de éste sólo porque varió respecto a la forma original, uno podría decir -- con la misma justicia que el mono es de la familia del hombre, que es un hombre degenerado, que el hombre y el mono tienen un origen común; que, de hecho, todas las familias, tanto entre las plantas como entre los animales, provienen de un solo tronco, y que todos los animales son descendientes de un solo animal, del cual han surgido en el curso del tiempo, como resultado del progreso o de la degeneración, todas las demás razas de animales. Ya que si alguna vez se mostrara que estamos justificados en estable-

cer estas familias; si se concediera que entre los animales y las plantas ha habido (no digo muchas - especies) sino una sola, que hubiera sido producida en el curso de la descendencia a partir de otra especie; si, por ejemplo, fuera cierto que el asno es sólo una degeneración del caballo, entonces ya no habría ningún límite al poder de la Naturaleza, y no estaríamos equivocados al suponer que, con su suficiente tiempo, ha sido capaz de derivar a partir de un solo ser todos los demás seres organizados .

Buffon se refiere tanto a cambios degenerativos como a cambios progresivos, lo cual indica que consideró también la posibilidad de cambios de lo imperfecto a lo perfecto, aunque haya rechazado esta posibilidad y puesto - en el primer plano el cambio degenerativo.

Es claro que las preguntas que se plantea no bastan para abrir una nueva problemática, pero sí inauguran un período en que ésta se constituirá -- por la crisis del creacionismo fijista. Buffon forma parte indudablemente de un estudio de la historia de las teorías evolutivas, porque, sin ser él mismo evolucionista, formula algunas de las preguntas que reaparecerán en Lamarck y en Darwin. No considero válido descartar a Buffon bajo consideraciones del estilo de "se estaba dirimiendo una cuestión filosófica, no científica", "es un evolucionismo falso porque no va de lo simple a lo complejo". Esto último puede ser cierto, pero no lo es menos que las preguntas - que Buffon se plantea forman parte de la problemática que más adelante será llamada evolucionista.

El largo pasaje precitado es seguido inmediatamente por un rechazo de la posibilidad que plantea, con base en la teología:

¡Pero no! Es seguro a partir de la revelación que todos los animales participaron por igual en la -- gracia de la creación directa, y que el primer par de cada especie salió totalmente formado de las manos del Creador .

Las razones de ese rechazo no son únicamente teológicas, incluyen también su concepción de la especie como entidad real, la esterilidad de los híbridos, que en el lapso de la historia registrada no se sabe que haya aparecido ninguna nueva especie (en el sentido que Buffon atribuía a este término), que existe una línea de demarcación perfectamente definida y constante entre las especies como lo indica la esterilidad de los híbridos, que no hay formas intermedias entre las especies como se esperaría si unas descendieran de otras, etc.

Las especies reales tendrían la misma antigüedad. Dentro de la especie

existe la posibilidad de un amplio margen de variación por degeneración:

Aunque las especies fueron formadas al mismo tiempo, el número de generaciones desde la creación ha sido mucho mayor en las de vida corta que en las de vida larga; por tanto, puede esperarse que las variaciones, alteraciones y desviaciones del tipo original sean mucho más perceptibles en el caso de los animales que están mucho más alejados de su tronco original .

A diferencia de lo que mantuvo en el primer volumen de la Historia Natural, después consideró que las especies son lo fundamental, mientras que los individuos -aunque se cuenten por miles- son insignificantes. Las características principales de las especies son inmutables, pero las secundarias sí pueden cambiar. Esto también lo reconocerá después Cuvier, y nadie se atrevería a llamarlo transformista.

Sin embargo, cuando Buffon especula sobre la posibilidad de que todo un grupo de especies provenga de ancestros comunes, está asumiendo el cambio no sólo de las características secundarias, sino del organismo en su conjunto, pero esto lo rechaza finalmente.

En 1778 aparece, como suplemento al volumen quinto de la Historia Natural, su Epoques de la nature. En esta obra adopta una dimensión temporal para comprender la historia del planeta. Puede decirse, incluso, que es una visión evolutiva de las etapas por las que ha pasado el planeta -- desde su creación.

La primera época comienza con la separación de la Tierra del cuerpo incandescente del Sol, por lo que al principio era un lugar inhabitable. Señala la enorme antigüedad del planeta (aproximadamente 70 000 años) y de la vida. Adopta lo que más adelante será llamado concepción actualista y uniformitarista. Aunque acepta la verdad revelada por el Génesis, cree posible conciliar la ciencia y la religión, valiéndose de la siguiente es tratagema: los seis días no eran realmente días, sino períodos más largos, la Biblia no debe tomarse literalmente pues estaba dirigida a los hombres de una etapa temprana de la civilización.

En las Epoques, Buffon deja de hablar de la creación simultánea de todas las especies y propone la aparición gradual de diferentes tipos de animales en conformidad con las condiciones geológicas cambiantes. Así, hay una historia de la Tierra que constituye el escenario de la aparición gradual de los animales, pero no parece haber una historia propia de los seres vivientes. Más aún, la adopción de una perspectiva temporal no lo lleva también a defender la mutabilidad de las especies, pues afirma que:

La comparación de estos monumentos antiguos de las pri

existe la posibilidad de un amplio margen de variación por degeneración:

Aunque las especies fueron formadas al mismo tiempo, el número de generaciones desde la creación ha sido mucho mayor en las de vida corta que en las de vida larga; por tanto, puede esperarse que las variaciones, alteraciones y desviaciones del tipo original sean mucho más perceptibles en el caso de los animales que están mucho más alejados de su tronco original .

(

A diferencia de lo que mantuvo en el primer volumen de la Historia Natural, después consideró que las especies son lo fundamental, mientras que los individuos -aunque se cuenten por miles- son insignificantes. Las características principales de las especies son inmutables, pero las secundarias sí pueden cambiar. Esto también lo reconocerá después Cuvier, y nadie se atrevería a llamarlo transformista.

Sin embargo, cuando Buffon especula sobre la posibilidad de que todo un grupo de especies provenga de ancestros comunes, está asumiendo el cambio no sólo de las características secundarias, sino del organismo en su conjunto, pero esto lo rechaza finalmente.

En 1778 aparece, como suplemento al volumen quinto de la Historia Natural, su Époques de la nature. En esta obra adopta una dimensión temporal para comprender la historia del planeta. Puede decirse, incluso, que es una visión evolutiva de las etapas por las que ha pasado el planeta -- desde su creación.

La primera época comienza con la separación de la Tierra del cuerpo incandescente del Sol, por lo que al principio era un lugar inhabitable. Señala la enorme antigüedad del planeta (aproximadamente 70 000 años) y de la vida. Adopta lo que más adelante será llamado concepción actualista y uniformitarista. Aunque acepta la verdad revelada por el Génesis, cree posible conciliar la ciencia y la religión, valiéndose de la siguiente es tratagema: los seis días no eran realmente días, sino períodos más largos, la Biblia no debe tomarse literalmente pues estaba dirigida a los hombres de una etapa temprana de la civilización.

En las Époques, Buffon deja de hablar de la creación simultánea de todas las especies y propone la aparición gradual de diferentes tipos de animales en conformidad con las condiciones geológicas cambiantes. Así, hay una historia de la Tierra que constituye el escenario de la aparición gradual de los animales, pero no parece haber una historia propia de los seres vivientes. Más aún, la adopción de una perspectiva temporal no lo lleva también a defender la mutabilidad de las especies, pues afirma que:

La comparación de estos monumentos antiguos de las pri

meras edades de la naturaleza viviente con sus productos actuales, muestra claramente que la forma constitutiva de cada animal ha permanecido igual y que no ha sufrido ninguna en sus partes principales. El tipo de cada especie no ha cambiado, el molde interior ha conservado su forma sin variación. Por prolongada que haya sido la sucesión del tiempo, por más numerosas que hayan sido las generaciones que surgieron y murieron, los individuos de cada tipo representan hoy las formas de los de las primeras edades, especialmente en el caso de las especies más grandes, cuyos caracteres son más invariables y cuya naturaleza es más fija.

Las especies pueden variar ligeramente para formar nuevas razas o variedades, pero entre especie y variedad existe una distinción absoluta. Buffon tiene una concepción de la especie mucho más amplia que la de Linneo, pues incluye en ella como variedades muchas de las especies linneanas, suponiendo que se trata meramente de variedades que descienden de un número relativamente pequeño de tipos específicos originales.

El conocimiento de los cuadrúpedos de América planteó a Buffon la necesidad de explicar por qué son diferentes a los de Europa. Propone que en el pasado ambos continentes estuvieron unidos y que las doscientas especies de cuadrúpedos pueden agruparse en tan sólo treinta y ocho familias originales, entre las cuales habría veinticinco géneros y trece especies aisladas. Los cuadrúpedos del Nuevo Mundo serían diferentes por efecto de las degeneraciones producidas por el clima, la alimentación y los hábitos.

Para explicar la reproducción de los seres propuso una hipótesis de la generación aplicable a todos los organismos. La idea de reproducción es contraria a la de preformación y está aparejada a la defensa de la generación espontánea. Según Buffon, la preformación significa afirmar que la reproducción ya está hecha, lo cual "es no sólo confesar que se ignora cómo se realiza, sino también renunciar a la voluntad de concebirla".

A pesar de que los gérmenes no estén preformados, para Buffon es evidente que el proceso de la generación obedece a leyes naturales, que no se trata del surgimiento de un organismo a partir del caos. Por ello, supone que en la formación de un nuevo organismo debe existir un cierto orden que sirva como punto de partida. Con una visión geométrica de las cosas, plantea su concepto del molde interior. Este da a la materia su configuración tanto externa como interna, dando así una cierta disposición de partículas materiales en el espacio. Al organizar las partículas absorbidas por los seres, el molde interior asegura la nutrición y el crecimiento. Las fuerzas penetrantes que hacen posible la unión de esas partículas en la estructura provista por el molde interior son concebidas a imagen de la atrac --

ción gravitacional, las atracciones magnéticas y las afinidades químicas.

Sin embargo, no se trata de que la simple yuxtaposición de partículas de materia bruta pueda formar un ser viviente. No es sólo una cuestión de forma, sino también de composición. La vida proviene de las "moléculas orgánicas vivientes". En la naturaleza existiría un dualismo fundamental: hay dos tipos de materia, la bruta y la viviente, sin relación entre sí. La materia viviente nunca surge a partir de la bruta. Las partículas orgánicas son indestructibles, las causas que las hacen desprenderse de los cuerpos vivientes sólo las separan, pero no las destruyen

En 1765 sugirió que las moléculas orgánicas se formaron por acción del calor. En 1779 dirá claramente que nacieron de una operación química, gracias al efecto del calor sobre las materias "aceitosas y dúctiles", en un momento dado de la historia de la Tierra.

Entonces, su teoría de la generación tiene tres componentes fundamentales: el molde interior, las fuerzas penetrantes y las moléculas orgánicas.

En los seres simples, el cuerpo servirá como molde interior para organizar las moléculas orgánicas absorbidas en la alimentación y así se irá formando el nuevo germen. En los más complejos, cada órgano será un molde interno parcial y las partículas así ordenadas se reunirán en los órganos de la generación. Finalmente, en los seres con reproducción sexual se requerirá el concurso de los dos sexos porque los gérmenes que cada uno forma por su cuenta no están suficientemente bien desarrollados.

Con su teoría de la generación, Buffon trataba de explicar todo lo que la preformación dejaba en la oscuridad, además de lograr con ella mantener las explicaciones científicas en el plano de la naturaleza, sin recurrir a invocaciones de Dios.

Según Roger, cuando Buffon describe el desarrollo del embrión, a pesar de ciertas fórmulas que harían pensar en una verdadera formación de partes inexistentes, se trata más bien de la aparición de partes ya formadas, es decir, del desarrollo de un germen completo, en el sentido que le daban los partidarios de la preexistencia. La única diferencia es que el germen no preexiste sino que se forma instantáneamente y completo, desde la mezcla de los líquidos seminales. Por otra parte, la existencia de los moldes internos sería una garantía de la constancia de las especies.

La formación de las moléculas orgánicas originales estuvo asociada al enfriamiento de la Tierra recién formada. Cuando la temperatura descendió hasta el grado necesario para la aparición de la vida, es decir, para la formación de las moléculas orgánicas vivientes, éstas "han existido desde

que los elementos de un calor dulce pudieron incorporarse a las substancias que componen los cuerpos organizados". Estas substancias son "las partes acuosas, aceitosas y dúctiles" que "cayeron junto con las aguas" en el momento en que la Tierra estaba suficientemente fría para recibirlas. "Como las moléculas orgánicas no son producidas más que por la acción del calor sobre las materias dúctiles", se comprende finalmente sin dificultad la fórmula de 1749: "lo viviente y lo animado, en vez de ser un grado metafísico de los seres, es una propiedad física de la materia". Pero, sin duda, es menester admitir que al cabo de un cierto tiempo, el agotamiento de las materias dúctiles y el enfriamiento continuo de la Tierra, hicieron imposible la formación de nuevas moléculas orgánicas, de las que ha existido desde entonces una cantidad "determinada". Sin embargo, las moléculas existentes se combinaron rápidamente para formar animales y plantas. No sólo seres elementales y simples, sino seres similares a los que conocemos, tan complejos y perfectos.

En la formación de las primeras criaturas vivientes hay un determinismo universal:

En todos los lugares en que la temperatura es la misma, se encuentran no solamente las mismas especies de plantas, las mismas especies de insectos, las mismas especies de reptiles, sino también las mismas especies de peces, las mismas especies de cuadrúpedos y las mismas especies de pájaros.

Tanto la vida como los seres vivientes parecen ser fenómenos intemporales y no situados espacialmente, como la gravitación universal. Lo que ocurrió en la Tierra debió ocurrir también en el resto de los planetas cuando existieron las condiciones adecuadas. Buffon llegó incluso a calcular el momento en que la vida apareció o aparecerá en cada planeta.

NOTAS

1. S. Toulmin y J. Goodfield. The Discovery of Time. (Chicago: The University of Chicago Press, 1977).
2. G. Canguilhem. "Teoría celular", en El conocimiento de la vida. (Barcelona: Anagrama, 1976, p.).
3. Ibid., p. 52
4. Citado por Toulmin y Goodfield, op. cit., p. 35
5. Ibid., p. 36
6. K. Bock. Human Nature and History. (New York: Columbia University Press, 1980).
7. Toulmin y Goodfield, op. cit., pp. 37-38
8. A.I. Oparin. Origen de la vida sobre la Tierra. (Madrid: Tecnós, 1973, p. 11).
9. Tito Lucrecio Caro. De la naturaleza de las cosas. (México: UNAM, 1981, p. 217); la versión que cito aquí está tomada de Paul Nizan, Los materialistas de la antigüedad. (Madrid: Fundamentos, 1976, p. 81).
10. Paul Nizan, op. cit., p. 58
11. Ibid., p. 80
12. Ibid. pp. 80-81; Tito Lucrecio Caro, op. cit., pp. 201-203.
13. Tito Lucrecio Caro, op. cit., pp. 217-218
14. Ibid., p. 220
15. B. Farrington. La rebelión de Epicuro. (Barcelona: Laia, 1974, p. 24).
16. Cf. Ch. Darwin. On the Origin of Species by Means of Natural Selection. (A facsimile of the first edition). (Cambridge: Harvard University Press, 1964). N.C. Gillespie analiza detalladamente esta cuestión en su libro Charles Darwin and the Problem of Creation. (Chicago: The University of Chicago Press, 1979).
17. Tito Lucrecio Caro, op. cit., pp. 193-194
18. Cf. John Farley. The Spontaneous Generation Controversy from Descartes to Oparin. (Baltimore; The Johns Hopkins University Press, 1977).
19. Ch. Darwin, op. cit., p. 481
20. Carl Linnée. L'équilibre de la nature. (Paris: Vrin, 1972).
21. A. Lovejoy. The Great Chain of Being. (Cambridge: Harvard University Press, 1936).
22. A. Lovejoy, op. cit.
23. G. Canguilhem et al. Du développement a l'évolution au XIX^e siècle. (Paris: P.U.F., Revista Thalès Tome 11, 1960).
24. Citado por J.L. Larson. Reason and Experience. The Representation of Natural Order in the Work of Carl von Linné. (Berkeley: University of California Press, 1971, p. 97).
25. Ibid., pp. 107-108
26. Ibid., p. 108

27. J.T. Needham, "Resumen de algunas observaciones sobre la generación, composición y descomposición de substancias animales y vegetales", en C. Aguilar et. al. (selección, traducción y notas), El origen de la Vida, Vol. 1, La Generación Espontánea, Editorial Trillas- (en prensa)

28. Citado por A.O. Lovejoy. "Buffon and the problem of species". En B. Glass et al (eds.), Forerunners of Darwin. (Baltimore: the Johns-Hopkins Press, 1968, p. 93)

29. Ibid., p. 94

30. Ibid., pp 97-98

31. Ibid., p. 98

32. Ibid., p-100

33. Ibid.; p.104

34. citado por J Roger, Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIII^e siècle. (Paris: Armand Colin, 1971, p. 546)

35. Ibid

36. Ibid

III. El origen de la vida se constituye en un problema científico

A pesar de que con frecuencia se dice lo contrario, las primeras teorías evolutivas son un producto de las postrimerías del siglo XVIII y de los primeros años del XIX.

Hay dos maneras principales de explicar el origen de los organismos actuales. La primera, la más antigua, consiste en suponer que cada una de las especies de plantas y animales actuales fue creada por algún Dios tal como son hoy; o bien que la madre tierra, a través de procesos naturales que

11

excluyen la participación de los dioses, parió a cada una de las criaturas -- que la habitan y les dio la forma que todavía conservan. En ambas explicaciones, una idealista y la otra materialista, no se trata del origen de la vida, sino del origen de los organismos en sus especies actuales. La segunda, más reciente y surgida con las concepciones evolutivas, consiste en suponer que los organismos actuales son producto de un largo proceso de evolución de los primeros seres vivos, que eran extremadamente sencillos en comparación con los hoy existentes. Aquí sí se trata del origen primario de la vida y no del origen de los organismos en sus especies actuales, puesto que entre más nos remontemos en el tiempo más nos acercaremos a la formación de las criaturas vivientes ancestrales, de las primeras cosas vivientes de las que luego descendieron evolutivamente todas las demás.

Si no se separan estas dos cuestiones diferentes, se llega a la conclusión errónea de que todas las culturas de la antigüedad ya se planteaban el problema del origen de la vida⁴. Desde mi punto de vista, esta cuestión se constituyó como problema teórico a la par de las primeras concepciones evolutivas.

Por otra parte, la concepción de la vida como resultado de la organización de la materia aparece también en los primeros evolucionistas, -- quienes rompieron con las viejas ideas que la hacían residir en principios o fuerzas inmateriales o le atribuían vida a todo objeto material.

Muchos naturalistas aceptaban la naturaleza material de la vida, pero no distinguían entre lo vivo y lo no vivo. El avance de la física y la química fue posible, entre otras razones, porque se abandonó el animismo y dejaron de atribuirse a toda la materia propiedades vitales.

La distinción más o menos clara que hoy nos hace separar lo que posee vida de lo que carece de ella, es también relativamente reciente. Si todo tuviera vida, carecería de sentido preguntarse por su origen. Tales de Mileto, uno de los más destacados filósofos jonios, pensaba que los imanes están vivos porque atraen los metales, es decir, porque poseen la propiedad del movimiento. Rober Hooke, uno de los primeros microscopistas y acuñador del término célula, asociaba la vida con el fuego y el calor al compararla --

con la flama de una vela, cuya duración es tan fugaz como la de la vida. Cien años después, Robinet sugería que los minerales se nutren y crecen como los seres vivos, pues de otra manera no se explicaría la manera en que se -- forman las vetas de ciertos metales en las minas.

Los naturalistas europeos de la época clásica dividían las producciones naturales, es decir, las que no son producto del arte, en tres reinos: mineral, vegetal y animal. A principios del siglo XIX, desde posiciones teóricas diametralmente opuestas, el evolucionista Jean Baptiste de Lamarck y el defensor de la inmutabilidad de las especies Georges Cuvier propusieron que las plantas y los animales deben constituir un solo reino separado del reino mineral. Este fue un paso importante en la constitución de una ciencia general de la vida, que desde entonces fue llamada biología, que tratara los fenómenos comunes a las plantas y a los animales superando la separación -- previa en botánica y zoología.

La expresión de esta unidad de la vida se manifiesta en el surgimiento de nuevas áreas de investigación biológica que trabajan con procesos o estructuras comunes a plantas y animales: la embriología, que se encarga de seguir el desarrollo de una célula huevo formada por la unión de las células sexuales masculina y femenina, y que a través de divisiones sucesivas -- produce un nuevo organismo; la fisiología, que estudia los procesos de nutrición, crecimiento, reproducción, digestión, respiración, que hacen posible el mantenimiento y la perpetuación de la vida; la teoría celular, que plantea que la célula es el único componente de los seres vivos y que toda célula proviene de otra célula preexistente; se demuestra así que las plantas y los animales, antes separados con base en características como la presencia o ausencia de movimiento, se desarrollan, funcionan y están constituidos de manera muy similar.

Las primeras teorías evolutivas de la naturaleza, que abarcan la formación del sistema solar y la evolución del planeta y de los organismos -- sin excluir al ser humano, son contemporáneas del estudio de la historia de las civilizaciones y del lenguaje. Así como las especies vivientes descendieron de otras más antiguas, también las lenguas provienen de otras que se --

han transformado en el curso de los tiempos. La concepción histórica abarcará todos los objetos de estudio, también las emociones, los sentimientos y la moral tendrán una genealogía.

Desentrañar los procesos mediante los cuales se perpetúa la vida ha sido uno de los acertijos de más difícil resolución. En el caso de la mayoría de los organismos de gran tamaño podía concluirse con cierta seguridad - que se requiere la participación de los progenitores, pero los menos estudiados por su menor tamaño, por los lugares inaccesibles en que viven o por su - aparente irrelevancia, siempre fueron más problemáticos. Los animales y las - plantas entonces llamados inferiores -los gusanos, los infusorios, los póli--pos, los musgos, las algas-, parecían escapar a la esclavitud de estar sometidos para surgir al concurso de los progenitores, parecían disfrutar de la libertad de que goza lo original, lo que surge por sí mismo siempre y cuando se den las condiciones adecuadas.

La creencia en la generación espontánea de estos organismos es común a todas las culturas de la antigüedad. Se ha dicho⁵ que esta fue una forma de explicar el origen de la vida. No obstante, tanto las diferentes reli--giones como las diferentes cosmogonías materialistas, distinguen entre la aparición inicial de todas las criaturas en sus especies actuales y las genera--ciones espontáneas subsecuentes, que sólo producen criaturas inferiores. En - las religiones, la formación inicial de los organismos es una creación divina, mientras que en las cosmogonías materialistas se trata de un parto de la ma--dre tierra. En ningún caso se trata de una generación espontánea. Por ello, considero que las generaciones espontáneas de que hablaban los antiguos no son explicaciones del origen de la vida, pues acontecen en un mundo en que ya hay seres vivos.

En cambio, en las primeras teorías evolutivas la única manera ma--terialista de dar cuenta del origen primario de la vida fue la generación es--pontánea de organismos muy sencillos, pues no podía haber progenitores pree--xistentes.

Esta creencia, que suele considerarse un obstáculo al avance del

conocimiento científico, jugó un papel positivo en la formulación de las primeras teorías evolutivas.

La generación espontánea y el origen primario de la vida en las teorías de los primeros evolucionistas: Erasmo Darwin y Lamarck

Para naturalistas como Erasmo Darwin, abuelo de Charles Darwin, y Lamarck parecía una conclusión obvia que los primeros organismos sencillos debieron surgir por generación espontánea.

La teoría epigenética del desarrollo embriológico describía la -- formación de un embrión a partir de la célula huevo como un proceso en que se forman progresivamente -- a partir de materia sin forma en la que no se observa ningún primordio o preformación de las estructuras que luego aparecen en el -- embrión-- los tejidos y los órganos. Si a esto se agrega que los infusorios parecían ser entonces criaturas extremadamente simples, carentes de toda estructura y constituidos sólo por una masa gelatinosa, no parece nada absurda la -- conclusión a que llegó Lamarck: los primeros organismos que habitaron la tierra surgieron por un proceso de organización de la materia parecido al que hace posible el desarrollo embriológico. Ciertos fluidos sutiles o imponderables, como el calórico y la electricidad, penetran la materia y la ponen en -- movimiento, trazan en su interior canales a través de los cuales se mueven y van formando vesículas vivientes.

Así, según Lamarck, en las generaciones espontáneas la naturaleza imita su propio procedimiento usado en la generación sexual. Para él era válido argumentar que las plantas y animales con la organización más simple surgen directamente de lo carente de vida, pues no se había demostrado que proviniesen de progenitores⁶:

Como todos los cuerpos son producciones de la naturaleza, debió haber organizado ella misma los más simples de tales cuerpos y proveerlos directamente de vida y de las facultades características -- de los cuerpos vivientes.

Por medio de estas generaciones directas formadas en el comienzo -- de las escalas animal y vegetal, la naturaleza construyó después -- todos los demás cuerpos vivientes.

Lamarck concebía la evolución de los organismos como un resultado de dos procesos diferentes⁷:

Esta idea que las llamadas familias naturales deben estar dispuestas de manera que formen una ramificación reticular, que a algu--

nos modernos les ha parecido sublime, es un error evidentemente, y, sin duda, se disipará en cuanto tengamos conocimientos más profundos y más generales de la organización y sobre todo cuando distingamos lo que pertenece a la influencia de los lugares de habitación y de los hábitos adquiridos de lo que resulta de los progresos más o menos avanzados en la composición o, incluso, en el mismo perfeccionamiento de la organización.

La naturaleza ha seguido una vía o marcha en la composición gradual de la organización de los organismos. Si esta fuera la única causa que los hace cambiar, podría establecer una serie lineal en que no faltara ninguna forma intermedia. Pero esa marcha natural se ve obstaculizada aquí y allá por las circunstancias ambientales fluctuantes que llevan a que los organismos cambien sus hábitos. Esto produce desviaciones de la marcha natural, rompe el incremento lineal de la complejidad de la organización, pero si logramos separar los efectos de estas dos causas podremos trazar una serie más o menos lineal para relacionar a todos los animales y rechazar la idea de que los organismos deben formar una especie de árbol.

Más adelante en la misma Filosofía zoológica añade⁸:

En efecto, será evidente que el estado en que vemos a todos los animales es, por una parte, el producto de la complejidad creciente de la organización que tiende a formar una gradación regular, y, por la otra, que es el de las influencias de una multitud de circunstancias muy diferentes que tienden continuamente a destruir la regularidad en la gradación de la composición creciente de la organización.

De acuerdo con esta concepción, la evolución de los organismos es inevitable, es un proceso necesario y automático que lleva de lo simple a lo complejo. La influencia de los cambios en las circunstancias ambientales es un mecanismo accesorio, subordinado a la marcha natural. La teoría evolutiva de Lamarck toma como modelo de los procesos de cambio al desarrollo embriológico, que del principio al fin sigue un curso perfectamente ordenado constituido por etapas sucesivas y de complejidad creciente.

Si los organismos deben cambiar para hacerse cada vez más complejos, ¿cómo explicar que existan todavía seres tan sencillos como los infusorios, los gusanos, los musgos, algunos hongos? La única respuesta posible para una teoría como la de Lamarck es que se están generando continuamente de manera directa a partir de lo carente de vida. De este modo, la generación es

pontánea sería responsable tanto del origen inicial de la vida como de la formación actual de los seres más sencillos. En la concepción lamarckiana, la evolución es una escala ascendente en que los organismos se van transformando para ocupar peldaños cada vez más altos en organización y si no hubiera generaciones directas continuas pronto desaparecerían de la faz de la tierra los seres más sencillos.

Las generaciones directas en la base de las escalas animal y vegetal son múltiples. No existe ningún organismo ancestral que sea común a plantas y animales, pues si la materia que la naturaleza organiza es de consistencia gelatinosa se establecerá en ella vida animal, mientras que si es de consistencia simplemente mucilaginoso sólo será posible que exista en ella vida vegetal. Además, la escala animal comienza por lo menos en dos puntos separados: los infusorios y los gusanos.

En Lamarck se halla la estructura teórica que condicionará las ideas de autores posteriores sobre el origen de la vida, entre ellos, el biólogo alemán Ernst Haeckel, el médico y microbiólogo inglés H. Charlton Bastian y Alfonso L. Herrera. De la teoría de Lamarck se desprenden ciertas conclusiones sobre el problema del origen de la vida que contrastan con las que luego se desprenderán de la teoría de Charles Darwin:

1) No existen ancestros únicos para todos los seres vivos, no hay un origen común para plantas y animales, ni siquiera para todos los animales. De manera que la similitud en su organización tendrá que ser explicada por la operación de leyes físicas y químicas universales.

2) La vida tuvo y tiene todavía un origen polifilético, y sus formas más sencillas siguen surgiendo incesantemente,

3) La vida surgió directamente a partir de las sustancias minerales, pues las orgánicas solamente las forman los seres vivos. Esto llevará a Herrera a concluir, como más adelante analizaremos, que los primeros organismos fueron de composición mineral y capaces de sintetizar la materia orgánica, es decir, fueron autótrofos.

Debe recordarse que en la época de Lamarck la teoría de la generación espontánea todavía gozaba de cierta popularidad, aunque en Francia era rechazada por muchos científicos por su triple asociación con el materialismo, el radicalismo político y el ateísmo. En Alemania, la Naturphilosophie defendió la creencia de la generación espontánea porque parecía significar la unidad de la naturaleza, la unidad entre lo que posee vida y lo que carece de -- ella.

Lamarck sabe que su concepción de la generación espontánea va contra la corriente dominante en su época, y que incluso algunos la considerarán un error o un producto de la imaginación, pero señala que como observador de la naturaleza es su obligación liberarse de los prejuicios y luchar porque -- sea aceptada tarde o temprano la verdad de esta proposición⁹:

Por medio del calor, la luz, la electricidad y la humedad, la naturaleza produce generaciones directas o espontáneas en el extremo -- de cada uno de los reinos de cuerpos vivientes en que se hallan -- los más simples de estos cuerpos.

Darwin construyó su teoría de la evolución por medio de la selección natural separando intencionalmente el problema del origen de la vida de la evolución de los organismos. En los cuadernos de notas que escribió en los años 1837-1839 se refiere en varias ocasiones a la generación de las primeras criaturas vivientes y las llama mónadas o moléculas vivientes. En esas notas, que fueron la base de El Origen de las Especies, Darwin acepta la generación espontánea como el único mecanismo natural para producir a las primeras cosas vivientes. Sin embargo, en ninguno de sus libros o de sus artículos publicados defendió la generación espontánea de la vida, porque sabía que enfrentaría un rechazo tan contundente que correría el riesgo de que también fuese rechazada su teoría de evolución por selección natural. Darwin era un estratega notable y decidió separar ambas cuestiones.

Darwin: el irrepensible origen monofilético de la vida

En los cuadernos de notas, Darwin planteaba la cuestión del origen de la vida de manera muy similar a Lamarck: la vida surgió inicialmente y sigue surgiendo por generación espontánea, no existen formas ancestrales comunes a todos los seres vivos actuales, la vida surge directamente a partir del mundo mineral. A pesar de que en El Origen Darwin evita mencionar directamente, hasta donde le es posible, el origen primario de la vida, no podía dejar

de abordar algunas preguntas que le planteaban sus críticos: ¿por qué los fósiles cámbricos, los más antiguos conocidos entonces, no son formas sencillas como las que requiere la teoría? ¿por qué existen todavía organismos inferiores como los infusorios si es verdad que las especies evolucionan? ¿si la vida surgió inicialmente por generación espontánea por qué no lo hace ya hoy? ¿por qué aceptar que las especies actuales tienen un origen monofilético si al principio hubo muchas generaciones espontáneas?

El registro fósil fue más un problema que una ayuda para la teoría evolutiva darwiniana. La ausencia de las formas de transición de un grupo taxonómico a otro, los famosos eslabones perdidos, fue un argumento muy usado contra Darwin. Este contestó que todavía conocemos muy poco el registro fósil y que además es extremadamente fragmentario para contener todas las formas de transición que existieron en el pasado. Por lo que respecta a la aparición simultánea y aparentemente súbita de grupos de especies afines en los estratos fosilíferos más antiguos conocidos en su época, Darwin señalaba que no eran éstos los primeros organismos de los que luego descendieron todos los demás, pues su grado de complejidad era mucho mayor del que cabría esperar de las primeras formas de vida. Por ello, le parecía¹⁰:

...indiscutible que, antes de que se depositase el estrato cámbrico inferior, transcurrieron largos períodos, tan largos, o probablemente mayores, que el espacio de tiempo que ha separado el cámbrico del momento actual; durante estos vastos períodos, los seres vivos hormigueaban en el mundo.

El hecho de que no se conocieran todavía fósiles precámbricos no le parecía suficiente a Darwin para descartar la necesaria existencia de formas muy sencillas de vida que fueron el punto de partida en la evolución de las especies.

La teoría darwiniana de la evolución podía responder fácilmente por qué hay todavía organismos tan sencillos como los infusorios a pesar de que las especies evolucionan. En primer lugar, no plantea que exista una fuerza o tendencia natural hacia el aumento de la complejidad de la organización, como lo hacía la teoría lamarckiana. En segundo, es una concepción ecológica según la cual en la economía natural existen innumerables formas de vivir, dependiendo de la complejidad de la organización, de los sitios que se habitan,

de los alimentos que se consumen, de las relaciones que se mantienen con el resto de los organismos, etc. No habiendo ninguna fuerza que lleve a incrementar la complejidad y existiendo tantos lugares en la economía natural, ¿por qué habrían de evolucionar los infusorios para transformarse hoy en organismos más complejos? Los organismos complejos provienen sin duda de organismos más sencillos que existieron en el pasado, quizá los infusorios actuales sean similares a las primeras formas ancestrales, pero eso no implica que tengan que transformarse para dar origen a seres de organización más elevada. En tercer lugar, Darwin concibe la evolución como un proceso de dos fases: en la -- primera, aparecen variaciones espontáneas en los organismos que no son directamente adaptativas, que ocurren en todas direcciones y son muy abundantes; -- en la segunda, las variaciones que resultan favorables para los organismos en que aparecen, porque les confieren una ventaja adaptativa y en consecuencia -- reproductiva, son preservadas y transmitidas a la descendencia. Darwin llamó selección natural a la eliminación de las variaciones desfavorables y a la -- conservación y transmisión hereditaria de las favorables; como los individuos en que aparecen variaciones favorables se reproducirán más que los otros, esto llevará a que las especies vayan cambiando gradualmente en su morfología, en su fisiología y en su conducta. En todos los organismos deben producirse variaciones espontáneas, incluidos los infusorios, pero sólo se conservan las -- que resultan favorables en relación con sus condiciones de existencia. Los infusorios ocupan en la economía natural un lugar que no les es disputado por -- otros seres y por eso han mantenido una organización simple.

/// Darwin explicaba la similitud entre los organismos por su origen a partir de ancestros comunes a todos ellos. La clave de la biogeografía, la taxonomía, la anatomía comparada, la embriología, la paleontología y otras áreas de investigación es la descendencia con modificación. Si los taxónomos -- pueden formar agrupaciones como los géneros, las familias y las clases para -- incluir en ellas a las especies, es porque existieron ancestros comunes para esas especies. La semejanza en la morfología, la fisiología y la conducta es un indicio inequívoco de origen común. Si actualmente estuviera ocurriendo la generación espontánea o si la vida surgió numerosas veces al principio o -- continuó haciéndolo a lo largo del tiempo geológico, las similitudes sorprendentes entre los organismos tendrían que ser explicadas por una teoría diferente

a la de descendencia con modificación. La teoría darwiniana requiere e implica un origen común único para todos los organismos actuales y los que hubo en el pasado; una vez que la vida apareció por primera vez sólo se ha transmitido por descendencia, sólo se ha perpetuado, pero no ha surgido de novo.

Con Darwin, el problema del origen de la vida adquiere una claridad que no tenía en Lamarck. Se circunscribe a un período remoto de la historia del planeta y deja de ser algo que puede ocurrir en cualquier momento pasado o presente. Se vuelve un problema histórico, adquiere profundidad en el tiempo, deja de ser un proceso atemporal.

Según Darwin, la vida no puede surgir de novo en la actualidad -- porque cualquier estructura orgánica sería consumida por los organismos actuales antes de que pudiera llegar a ser viviente. En una carta escrita a su amigo el botánico Joseph Dalton Hooker en 1871, decía¹¹:

Se afirma con frecuencia que en nuestros días se dan todas las condiciones para la génesis primaria de los seres vivos, y que pudieron haber existido siempre. Pero si (¡y menudo "si" es éste!) imaginásemos que en un pequeño charco caliente que contuviera toda -- clase de sales amoniacales y fosfóricas, en presencia de luz, calor, electricidad, etc., se formara químicamente un compuesto proteínico capaz de experimentar cambios todavía más complejos, en la actualidad tal substancia sería instantáneamente devorada o absorbida, lo cual no habría sucedido antes de que se formaran las criaturas vivientes.

En 1859, Darwin decía en la primera edición de El Origen¹²:

Hay grandeza en esta concepción de que la vida, con sus diferentes poderes, fue originalmente alentada en unas cuantas formas o en -- una sola, y que, mientras este planeta ha ido girando según la ley fija de la gravitación, a partir de un principio tan sencillo se han desarrollado y se están desarrollando, infinidad de las más bellas y portentosas formas.

En ediciones posteriores de esta obra, Darwin añadió después de alentada "por el Creador". A juzgar por el conjunto de su pensamiento, esto fue quizá una concesión de lenguaje más que una recaída en la teología, porque si por algo fue rechazada su teoría por la Iglesia fue por su carácter profundamente materialista.

Sobre el origen común de todos los organismos a partir de ancestros únicos, señalaba¹³:

Creo que los animales descienden, a lo sumo, de cuatro o cinco progenitores, y las plantas de un número igual o menor. La analogía me llevaría a dar un paso más, o sea a creer que todos los animales y plantas descienden de un solo prototipo. Pero la analogía puede ser una guía engañosa. Sin embargo, todos los seres vivos tienen mucho de común en su composición química, estructura celular, leyes de crecimiento y en ser susceptibles a las influencias nocivas. Vemos esto en un hecho tan insignificante como el de que el mismo veneno muchas veces obra de un modo semejante en animales y plantas, o que el veneno segregado por cínipidos produce crecimiento monstruo en el rosal silvestre y en el roble. En todos los seres orgánicos, excepto, quizá, algunos de los muy inferiores, la reproducción sexual parece ser esencialmente semejante. En todos, hasta donde actualmente se sabe, la vesícula germinal es igual; de manera que todos los organismos parten de un origen común. Si consideramos incluso las dos divisiones principales -rei- nos animal y vegetal-, ciertas formas inferiores son de carácter tan intermedio, que los naturalistas han discutido en qué reino se deben incluir. Como el profesor Asa Gray ha hecho observar, "las esporas y otros cuerpos reproductores de muchas de las algas inferiores pueden alegar que tienen primero una existencia animal característica y después una existencia vegetal inequívoca". Por esto, según el principio de la selección natural con divergencia de caracteres, no parece increíble que, tanto los animales como las plantas, se pueden haber desarrollado a partir de algunas de tales formas inferiores e intermedias, y si admitimos esto, hay también que admitir que todos los seres que en todo tiempo han vivido sobre la Tierra pueden haber descendido de alguna forma primordial. Pero esta deducción está basada en la analogía, y es indiferente que sea admitida o no. Indudablemente, es posible, como ha propuesto mister G. H. Lewes, que en el comienzo de la vida se produjeron formas muy diferentes; pero, si es así, podemos llegar a la conclusión de que sólo poquísimas han dejado descendientes modificados...

La vida pudo surgir inicialmente muchas veces, pero sólo algunas - de esas formas de vida son ancestrales a los organismos que existieron en el pasado, que conocemos sólo por sus fósiles, y a los actuales. Para Lamarck, la vida tuvo y sigue teniendo innumerables orígenes. Darwin acepta que al principio pudieron surgir varias formas de vida con ciertas diferencias en composición o estructura, pero sólo una de ellas dio lugar a la diversidad biológica actual, entre esa forma de vida ancestral y los organismos actuales hay una cana nunca interrumpida de filiación, la vida no volvió a surgir de novo.

Responder el enigma del origen de la vida se hace algo necesario y al mismo tiempo muy difícil, porque ya no es aceptable una respuesta como la - de Lamarck, pues para él no hubo un problema del origen primario de la vida, -- pues lo resolvía con su planteamiento de generaciones espontáneas continuas.

Los célebres experimentos mediante los cuales Louis Pasteur demostró la imposibilidad de que se generen espontáneamente microorganismos en el seno de infusiones de materia orgánica, debilitaron considerablemente esta creencia. Sin embargo, algunos autores siguieron creyendo que en el pasado remoto debió haber ocurrido cuando menos una sola vez para producir a las primeras criaturas vivientes.

Hacia mediados del siglo XIX se aceptaba como una verdad establecida que las células vegetales y animales están compuestas por la misma sustancia compleja básica, que recibió el nombre de protoplasma. Pronto se llegó a la conclusión de que toda célula proviene de la división de otra célula preexistente, que no es posible que las células se formen de novo. Esto fue reforzado por los trabajos de Pasteur.

Spencer y el primer planteamiento de síntesis abiótica y evolución química: origen de la vida mediante evolución y no por generación espontánea

Paradójicamente, y este es uno de los hallazgos que más me sorprendió al realizar esta investigación, no fue un biólogo el que parece haber comprendido mejor el problema del origen de la vida en el siglo XIX, sino Herbert Spencer. Dado que no puedo entrar en detalles en estas páginas, me referiré sólo a las conclusiones fundamentales que plantea Spencer al respecto. Distingue dos fases evolutivas que precedieron al origen de la vida: una evolución inorgánica y una "...evolución de la materia orgánica, el paso que precedió a la evolución de los seres vivos"¹⁴. Rechaza la posibilidad de generación espontánea, pero acepta la posibilidad de generación de la vida por evolución¹⁵

Que en el curso de unas cuantas horas evolucionen criaturas que poseen estructuras muy específicas, sin antecedentes calculados para determinar sus formas específicas, es increíble para mí. No sólo las verdades establecidas de la biología, sino las verdades establecidas de la ciencia en general, niegan la suposición de que organismos que poseen estructuras lo suficientemente definidas como para identificarlos como pertenecientes a géneros y especies conocidos, puedan ser producidos en ausencia de gérmenes derivados de organismos preexistentes de los mismos géneros y especies. Si en el protoplasma simple puede surgir súbitamente la organización de un Paramecium, no veo ninguna razón para que animales de mayor complejidad, o de hecho de cualquier complejidad, no puedan surgir de la misma manera. En resumen, no acepto estos hechos supuestos como ejemplos de evolución, ya que implican algo inmensamente más allá de lo que la evolución como yo la entiendo, puede realizar (...)

Ninguna forma de evolución, inorgánica u orgánica, puede ser espontánea.

Spencer cree que la vida surgió inicialmente sólo en algún período pasado en el que existieron las condiciones adecuadas, pero no lo hizo por generación espontánea sino por evolución. Concibe claramente que debió existir una evolución de la materia orgánica, que se habría producido químicamente a partir de la inorgánica, en la que se fueron formando progresivamente compuestos más complejos. Estos debieron seguir evolucionando hasta que se constituyeron pequeños fragmentos de protoplasma que adquirieron gradualmente las propiedades llamadas vitales. Este ingeniero, filósofo y divulgador, planteó la cuestión más claramente que ningún evolucionista de su época, por lo menos hasta donde llega mi conocimiento de las fuentes originales. Merece destacarse que al igual que Darwin consideraba como lo más aceptable un origen monofilético de las especies actuales, negaba que la vida pudiera haber surgido en períodos geológicos posteriores al origen primario y colocaba la evolución de la materia orgánica como una fase intermedia necesaria entre lo inorgánico y lo viviente.

Haeckel, las moneras y la generación espontánea inicial y presente de la vida

Haeckel distinguía dos formas de generación espontánea, la autogonia y la plasmagonia¹⁶:

Por autogonia yo entiendo designar la producción de un individuo orgánico muy sencillo en una solución generatriz inorgánica, es decir en un líquido que contiene en el estado de disolución, y bajo forma de combinación simple y estable, los materiales necesarios para la composición del organismo (por ejemplo, ácido carbónico, amoníaco, sales binarias, etc.). Llamo, al contrario, plasmagonia a la generación espontánea de un organismo en un líquido generador orgánico, es decir, en un líquido que contiene los materiales necesarios bajo la forma de compuestos carbonados, complejos, inestables (por ejemplo, albúmina, grasa, hidratos carbonados, etc.).

Según Haeckel, los experimentos que han demostrado la imposibilidad de generación espontánea son válidos sólo contra la plasmagonia. La importante para el origen de la vida es la autogonia, que aunque no ha sido demostrada no puede decirse que sea imposible bajo cualquier conjunto de condiciones o en cualquier momento¹⁷:

No podría establecerse la imposibilidad del hecho. En efecto, ¿qué medio tenemos de saber si durante las épocas primitivas, infinitamente remotas, existían o no condiciones completamente diferentes de las actuales condiciones en el seno de las cuales la generación espontánea era posible? Aún más, tenemos pleno derecho de afirmar que en las edades primitivas las condiciones generales de la vida han debido diferir absolutamente de las condiciones actuales. Pense

mos tan sólo en que las enormes cantidades de carbono del período de la hulla acumuladas en los terrenos carboníferos, han sido fijadas únicamente por el juego de la vida vegetal y son los restos -- prodigiosamente comprimidos, condensados, de innumerables cadáveres de plantas acumulados durante millones de años. Ahora bien, en la época en que habiéndose depositado el agua en estado líquido sobre la corteza terrestre enfriada, los organismos se formaron por primera vez por generación espontánea, esas inmensas cantidades de carbono existían bajo otra forma, probablemente en una gran parte, bajo la forma de ácido carbónico, mezclado a la atmósfera. La composición entera de la atmósfera difería, pues, mucho de la composición actual. Además, como se puede deducir de las consideraciones químicas físicas y geológicas, la densidad y el estado eléctrico de la atmósfera, eran completamente distintos. El mar que envolvía entonces la superficie terrestre toda entera, tenía igualmente una constitución química y física particular. La temperatura, la densidad, estado salino, etc., de aquel mar debían diferir mucho de lo que se observa en los mares actuales. En todo caso, y sin que haya necesidad de invocar otras razones, no se podría negar que una generación espontánea posible entonces, en condiciones completamente distintas, pueda no serlo ya hoy día.

A pesar de que comenta la posibilidad de que en ausencia de seres vivos se sinteticen compuestos orgánicos a partir de los inorgánicos, y de -- que se formen de los simples otros más complejos¹⁸, Haeckel sigue diciendo que esto es una generación espontánea. Puede decirse que conserva la palabra generación espontánea pero no el concepto, pues está planteando procesos evolutivos que llevan gradualmente de lo simple a lo complejo. Sin embargo, Haeckel siguió defendiendo la posibilidad de que hoy sigan surgiendo a partir de lo -- carente de vida criaturas primordiales, por lo que su forma de enfocar la -- cuestión lo llevaba a defender implícitamente una teoría de origen polifilético de la vida.

Los organismos primordiales deben haber sido las moneras, que eran los seres más simples conocidos en la época de Haeckel¹⁹:

Los primeros organismos, los antepasados de todos los otros, deben necesariamente haber sido las moneras, es decir, simples grumos albuminoides, blandos, amorfos, sin estructura, absolutamente desprovistos de partes sólidas y claramente modelados. Naturalmente, esos seres y su posteridad inmediata, no podían en modo alguno conservar se por la fosilización.

(...)

Los documentos embriológicos nos autorizan a afirmar que todos los organismos policelulares descienden originariamente de simples células, de donde se deduce que los reinos animal y vegetal han tenido un tronco primitivo común. Pero las diferentes células matrices primitivas, de las que han salido los grupos principales del reino animal y del reino vegetal, pueden ellas mismas haber adquirido --

sus caracteres diferenciales; ellas también pueden descender de una célula primordial. ¿De dónde provendrían, pues, esas células o esa célula primitiva? Para contestar a esta pregunta fundamental de la genealogía orgánica, no tenemos más que referirnos a nuestra teoría de las plástidas y a la hipótesis de la generación espontánea.

La generación espontánea sólo produce moneras, no células verdaderas, que están provistas de núcleo y membrana, mientras que las primeras, también llamadas citodas o plástidas primitivas, carecen de ambas estructuras.

Haeckel se plantea la pregunta "...¿el mundo orgánico entero tiene un origen común o proviene de actos múltiples de generación espontánea?"²⁰. No toma partido de manera clara por ninguna de las dos posibilidades, pero señala que para los grandes grupos de animales y plantas es mucho más probable un origen monofilético, mientras que para grupos inferiores pertenecientes a ambos reinos sería más probable un origen polifilético. Seguramente, esta posibilidad de origen polifilético para los seres más simples se desprende de su aceptación de la generación espontánea de las moneras. Después de analizar lo que se sabía en su época sobre los organismos sencillos que él bautizó como moneras y protistas, concluye²¹:

Hoy día, en el estado actual de nuestros conocimientos filogenéticos, es imposible optar con conocimiento de causa, sea por la hipótesis monofilética, sea por la hipótesis poligenética. Es difícil distinguir los diversos grupos de protistas de los tipos más ínfimos del reino vegetal y del reino animal; hay entre todos esos seres una conexión tan estrecha, sus caracteres distintivos están tan íntimamente mezclados, que, en realidad, toda división sistemática, toda clasificación de los grupos, son, por fuerza, artificiales. Por consiguiente el ensayo de clasificación que hemos presentado aquí, es con carácter provisional. Sin embargo, cuanto más se profundiza en el dominio oscuro de la genealogía orgánica, más verosímil parece que el reino vegetal y el reino animal tienen cada uno un origen aislado, pero que entre esos dos grandes árboles organizados se ha producido, por actos repetidos de generación espontánea, cierto número de pequeños grupos orgánicos independientes. Son estos últimos grupos los que sostengo merecen el nombre de protistas, a causa de su carácter neutro, indiferente del estado de confusión en que se encuentran en ellos las propiedades animales y vegetales. Hasta admitiendo que los reinos animal y vegetal hayan salido cada uno de un tronco primero diferente, nada impide colocar entre ellos un cierto número de grupos de protistas, de los que cada uno ha provenido aisladamente de un tipo particular de monera.

Así, para Haeckel, al igual que para Lamarck medio siglo antes, la vida tuvo y sigue teniendo, por lo menos en los grupos de protistas, un origen

polifilético.

En los años sesenta y setenta del siglo pasado fue muy popular un "microorganismo" -que a final de cuentas resultó ser un precipitado mineral que por las técnicas de conservación para luego observarlo al microscopio adquiriría ciertas propiedades "vitales"- que Thomas Huxley describió al analizar sedimento marino y que bautizó con el nombre de Bathybius haeckelii para dar cuenta del hábitat profundo en que "vivía" y honrar a Haeckel, quien tanto estaba haciendo por el estudio de las moneras²². Para Haeckel esta criatura representaba un ejemplo contundente de que en la actualidad se está generando espontáneamente vida muy sencilla en el fondo de los mares, es decir, a escala planetaria. Por la misma época fue muy popular también un "fósil" de un supuesto microorganismo -que finalmente fue descartado como tal, pues se trataba de capas concéntricas de carbonatos y silicatos-, al que se dio el nombre de Eozoon canadense, pues se le encontró en el Canadá y se le supuso el primer animal, el animal del alba de la vida. Ambos "descubrimientos" eran del todo esperados por la ciencia y fueron muy bien venidos por la mayoría de los evolucionistas. El animal de la aurora y el Bathybius se reforzaban mutuamente, pues cumplían varias funciones teóricas: el Eozoon demostraba que organismos como el Bathybius habían existido en el comienzo de la vida y que de él se habían derivado todos los demás; por sí solo²³:

El Bathybius era simultáneamente un candidato para la forma más sencilla de vida protozoológica, la unidad elemental de la citología, el precursor evolutivo de todos los organismos superiores, la primera forma orgánica en el registro fósil, un constituyente importante de los sedimentos marinos actuales y una fuente de alimento para las formas superiores de vida en las profundidades del océano, de otro modo pobres en nutrientes. Probablemente, entre las entidades biológicas, el Bathybius no fue superado en la diversidad de especialidades científicas de las cuales parecía provenir su confirmación. Su refutación final provino de afuera de este grupo de disciplinas, del conocimiento y de las técnicas del análisis químico.

Cuando se demostró la composición inorgánica del Bathybius, su descubridor, Thomas Huxley, aceptó que se trataba de un artefacto, pero su padrino, Haeckel, tardó más de una década en aceptar que su ahijado no era un microorganismo, pues jugaba tantos papeles en su teoría que resultaba muy difícil abandonarlo. Con frecuencia, se dice que una manera de demostrar la veracidad de una teoría es que sus predicciones se cumplan, y, en verdad, sólo

se busca lo que se cree que existe! Las predicciones de la teoría evolutiva -- que quisieron demostrarse en el siglo pasado con el Bathybius y el Eozoon han sido reivindicadas en este siglo por la citología y la paleontología del precámbrico.

El último gran defensor de la generación espontánea pasada y presente de microorganismos completos: Bastian

Otro autor del siglo XIX que defendió la posibilidad de generación espontánea continúa de la vida -- y que fue derrotado por Pasteur y por John Tyndall en sendas polémicas que sostuvo con ellos--, fue Charlton Bastian. Desde la década de los sesentas, comenzó su defensa de la hipótesis de generación espontánea de la vida. Como científico materialista, le parecía que había que escoger entre la generación espontánea o la creación divina de la vida. Claro está, prefirió la primera alternativa, y no escatimó esfuerzos para demostrarla experimentalmente a través de experimentos mal concebidos, pero realizados por centenas. Hacia finales de los 1870s dejó de publicar trabajos sobre la generación espontánea, pues según parece su defensa de esa hipótesis estaba perjudicando su carrera de joven médico. En efecto, la práctica médica y el desarrollo de la bacteriología, con sus técnicas de esterilización y de aislamiento de las diferentes bacterias para hacer cultivos puros, era teórica y experimentalmente contraria a toda posibilidad de generación espontánea.

Todavía en las dos primeras décadas de este siglo, Bastian seguía defendiendo la generación espontánea de la vida como única respuesta materialista al enigma del origen de la vida. De la totalidad de su pensamiento, me interesa destacar sólo algunos planteamientos que comparte con Lamarck, Haeckel y Alfonso L. Herrera.

Para él, la cuestión del origen material de la vida consiste en ²⁴ :

...saber si el proceso que originó la vida (proceso que denomino arqueobiosis) se produjo una sola vez, o al menos sólo en los primeros días de la historia de la tierra, o si este proceso es de una naturaleza tal que no ha cesado de manifestarse desde la época en que ocurrió por primera vez.

Había básicamente tres posiciones sobre la repetibilidad o no del origen de novo de la vida: sólo ocurrió al principio, pudo ocurrir también en épocas posteriores pero no ahora, y "...un tercer grupo, relativamente poco numeroso, al cual pertenece el autor, se inclina a la creencia de que estos pro-

cesos no han dejado de producirse hoy en lugares apropiados, desde la época en que aparecieron por primera vez"²⁵.

Es necesario para el análisis que luego haremos del pensamiento de Herrera tomar nota de cómo justifica Bastian su preferencia por una hipótesis polifilética del origen de la vida, puesto que en el primero vamos a encontrar planteamientos similares. Según Bastian²⁶:

Al adoptar este último punto de vista, nos apoyamos en la uniformidad bien conocida de los fenómenos naturales, y también en que sabemos que todos los procesos físicos y químicos ordinarios que han aparecido alguna vez en algún punto del universo, pueden presentarse nuevamente, así como tenemos el derecho de creer en la fuerte probabilidad de que los procesos físico-químicos que condujeron originalmente al nacimiento de la materia viviente deben tender a reproducirse constantemente y de manera idéntica.

Otro punto que apoya fuertemente nuestro modo de ver, y que he sostenido durante muchos años, es el hecho de que las formas más inferiores de vida existen todavía sobre toda la superficie de la tierra, como podría esperarse si se formaron y se forman constantemente a partir de unidades recién nacidas de materia viviente. Siendo la teoría de la evolución conforme a los hechos, parece imposible suponer que seres vivientes tan simples y al mismo tiempo tan inferiores en alto grado, hayan podido reproducirse similares a sí mismos, con su pequeña talla, sin transformarse a través de todos los siglos de la historia pasada del mundo. ¿La propia teoría de la evolución no tiende a rechazar tal suposición, ya que implica que los seres vivientes, dada la naturaleza de la substancia que los constituye, y su tendencia intrínseca a sufrir transformaciones, han de hecho sufrido transformaciones continuas aunque lentas, como se demuestra al considerar la diversidad extraordinaria de los representantes del reino vegetal y del reino animal en el pasado y en el presente?

Dado que está convencido de que la única manera de zanjar la cuestión es "...instituir experimentos especiales para interrogar a la propia naturaleza"²⁷, intentó demostrar infructuosamente mediante cientos de experimentos que la generación espontánea de microorganismos es un hecho. En los experimentos que realizó a lo largo del siglo XIX utilizó infusiones de materia orgánica, pero en los que hizo en la centuria siguiente usó sobre todo "...soluciones salinas, tales como debieron existir en la superficie de la tierra cuando los procesos formadores de la vida ocurrieron por primera vez"²⁸. Entre las substancias minerales que utilizaba se encuentra la sílice coloidal que también usó Herrera.

Si el origen de la vida puede ocurrir en cualquier momento y es un proceso tan sencillo que bastan las sustancias minerales para hacerlo posible, entonces ¿por qué no intentar la síntesis de vida en el laboratorio? Bastian lo intentó y siempre dijo haber tenido éxito, pero nadie le dio crédito. La -- concepción lamarckiana a la que se adhiere Bastian, con la suposición de que -- hay una tendencia intrínseca a sufrir transformaciones y que los seres vivos actuales no tienen un único origen común, lo lleva a buscar explicaciones para la presencia actual de organismos muy sencillos. Por otro lado, al suponer que lo que fue posible al principio debe serlo todavía, por la uniformidad y constancia de las leyes naturales, no puede imaginar siquiera que las condiciones físico-químicas de la tierra primitiva hayan sido muy distintas a las actuales, con lo cual, a pesar de que las leyes naturales sean constantes, el resultado no podría haber sido en aquel entonces el mismo que ahora.

Parece existir una relación conceptual entre la idea de origen polifilético de la vida, un origen a partir de lo inorgánico, la ambición de sintetizar vida en el laboratorio y la suposición de que quizá los primeros seres -- vivientes fueron capaces de sintetizar, a pesar de ser de composición mineral, sus propios compuestos orgánicos. Estas posibles relaciones las estudiaremos -- con más detenimiento en Herrera.

La otra forma general de concebir el problema del origen de la vida tiene su base en la concepción teórica darwiniana: un origen monofilético, la necesidad de una fase evolutiva de los compuestos orgánicos que medie entre lo inorgánico y lo viviente, la suposición de que las primeras criaturas -- vivientes se alimentaron a partir de la materia orgánica que se había sintetizado químicamente antes de la aparición de la vida. Esta posición será desarrollada por Alexander Ivanovich Oparin. A pesar de que ambas formas generales de concebir la cuestión del origen primario de la vida parecen hallarse en posiciones diametralmente opuestas, compartirán la ambición de sintetizar vida en el laboratorio. Para Oparin esto quizá será posible algún día no muy lejano, -- mientras que para los autores que defendían un origen mineral de la vida esa -- posibilidad parecía algo perfectamente realizable hoy. Más adelante tendremos oportunidad de volver sobre esta cuestión.

El problema del origen de la vida hacia finales del siglo XIX y principios del XX

En las últimas décadas del siglo XIX y las primeras del XX diversas áreas de investigación convergieron en su interés por estudiar los fenómenos de la vida en su nivel más elemental. Parecía evidente que si se deseaba comprender los procesos básicos de la vida; es decir, aquellos que se encuentran en todos los seres vivos, lo mejor era estudiar con detenimiento no las plantas y los animales complejos -que poseen características de las que carecen otros organismos-, sino los microorganismos más sencillos. Puesto que, tanto desde el punto de vista del desarrollo ontogenético como desde el del filogenético, todo ser viviente tiene hoy y tuvo en el pasado evolutivo como punto de partida una célula individual, había que averiguar qué es lo que hace posible la vida en el nivel más ínfimo de organización.

Una de las vías seguidas para esclarecer la cuestión fue el estudio de las moléculas orgánicas de naturaleza coloidal que fueron llamadas albúminas o proteínas. Los hermanos Buchner pudieron demostrar en 1895, refutando así a Pasteur, que las actividades de fermentación podían realizarlas extractos químicos de levaduras en que ya no existían células, sino únicamente los fermentos. Esto pareció liberar a las acciones vitales de la enorme complejidad de una célula y fue posible atribuirles a moléculas individuales. Se comenzó a hablar de moléculas vivientes y fueron propuestos muchos nombres para esas unidades vivientes elementales hipotéticas: bióforos, biogenes, bioplastos, etc.

Otra vía de investigación, relacionada con la anterior pero con un interés independiente propio, fue indagar la naturaleza de los agentes patógenos que atravesaban todos los filtros que detenían a las bacterias. Se les dio el nombre de virus y su naturaleza y origen siguen siendo todavía difíciles de explicar. En los virus se parecía tener también un caso de unidad viviente elemental. Su tamaño era tan minúsculo que atravesaban todos los filtros y eran invisibles bajo los microscopios más potentes de la época. Parecían estar más cerca de la vida, pues no sólo realizaban transformaciones químicas como los fermentos, sino que eran capaces de enfermar a otros organismos.

Otros investigadores prefirieron concentrar su atención no en mo-

lécúlas particulares, sino en la organización coloidal del protoplasma. También éste podía subdividirse en subunidades protoplásmicas, llamadas micelas. La micela era la cantidad más pequeña de materia que podía adquirir una organización coloidal. De manera que tampoco aquí se trataba de dar cuenta del origen de toda la complejidad del protoplasma, sino de sus unidades elementales.

Al seno de la escuela biocoloidológica existieron dos posiciones principales: los que privilegiaron el estudio de los coloides orgánicos y los que prefirieron estudiar los inorgánicos. Entre estos últimos, llegó incluso a concebirse lo orgánico como mera materia de reserva, como alimento, mas no como la base de la organización protoplásmica. Los biocoloidólogos inorgánicos enfatizaron la identidad de composición elemental entre el mundo mineral y el mundo de lo viviente, ya que de acuerdo con ellos los organismos no poseen ningún elemento que no exista en el resto de la naturaleza. En consecuencia, criticaban la arbitraria división entre lo vivo y lo no vivo, tratando de mostrar que los cristales presentan ciertas similitudes con los seres vivos al igual que algunos organismos de organización geométrica regular presentan similitudes con los minerales.

Los químicos orgánicos, y sobre todo los interesados por la síntesis artificial de moléculas orgánicas, también lograron disminuir la distancia entre lo inorgánico y lo orgánico, al lograr sintetizar lo segundo a partir de lo primero. Sin embargo, de estos trabajos no surgió inmediatamente una concepción de síntesis abiótica de compuestos orgánicos en la tierra primitiva, pues no parecía claro que en condiciones naturales pudiera pasar lo mismo que ocurre en el laboratorio con la intervención de los químicos. Según parece, la popularidad de estos experimentos se debió a que se esperaba que a través de ellos se lograra la síntesis artificial de alimentos.

El surgimiento de la bacteriología y la microbiología como disciplinas de investigación tuvo un impacto considerable en la comprensión de las formas más sencillas de vida. Con un enfoque más cercano a los intereses evolutivos y ecológicos, mas sin prescindir de ciertas técnicas físicas y químicas, estos investigadores mostraron la íntima relación que existía entre algu

nas bacterias y el mundo mineral. Se llegó a la conclusión de que estos sorprendentes microorganismos vivían a expensas de compuestos minerales, no de compuestos orgánicos. Se advirtió que también parecían ser los primeros que colonizaban los lugares previamente carentes de vida, como las islas de origen volcánico. ¿Qué mejor modelo de organismo para ser los primeros que aparecieron sobre la faz de la tierra?

En términos generales, puede decirse que el conocimiento de los procesos básicos de la vida fue posible gracias a la introducción en la biología de las técnicas físicas y químicas.

En la física y en la astronomía cada vez era más claro que había habido una evolución de los elementos químicos, que los más complejos proceden de los más sencillos. No existían todavía ideas muy claras sobre cuáles pudieron haber sido las condiciones primigenias del planeta, ni sobre cuál podría ser la antigüedad del mismo y de la vida.

A decir verdad, quizá ningún investigador de aquella época podía seguir al mismo tiempo todas estas investigaciones tan diversas, pues se hubieran requerido capacidades que rebasaran la creciente especialización. Quizá por ello, la mayoría de las proposiciones que hay en este período sobre el origen de la vida pueden ser caracterizadas como casi "unitemáticas", es decir, se limitan a desarrollar un punto de vista de manera aislada a las proposiciones restantes. Hay muy poca interacción entre escuelas diversas, cada autor se adhiere firmemente a su punto de vista y se interesa sobre todo por lo que hacen quienes lo comparten. Quien cree que la vida apareció al formarse una enzima original no se referirá a los trabajos de los microbiólogos; -- quien privilegia a los coloides inorgánicos como la base de la vida, pasará por alto las investigaciones que se hacían con enzimas y virus. Y no se trata sólo de que no conocieran los hallazgos no pertenecientes a su campo de acción, o de que no tuvieran acceso a la información por haber separación profesional o por trabajar en diferentes lugares y publicar en diferentes revistas, sino también de que el significado de todos esos hallazgos no era todavía comprendido en conjunto. La visión de conjunto que hoy tenemos es resultado de un desarrollo teórico posterior. ¿Qué significado podía tener, dentro del esquema

conceptual de Alfonso L. Herrera, que un fermento o un conjunto de fermentos sean capaces de desdoblarse una molécula orgánica? El esquema teórico determina en gran medida cuáles son los "datos" que poseen significado, ya que los "datos" no poseen por sí solos ese significado. Lo "dado", esto es, lo que "registran" los órganos de los sentidos como algo existente en el mundo material, no existe de manera independiente a una teoría. Las "cosas en sí", podría decirse, son el objeto al que ambicionan acercarse las ciencias, pero lo hacen siempre condicionadas por una teoría previa. Por supuesto, estas teorías juegan un papel indispensable en el conocimiento de la naturaleza; en ocasiones, pueden constituirse en obstáculos a esa posibilidad, pero todo obstáculo deviene a la larga un estímulo para pensamientos que lo contradigan, que demuestren su falsedad.

Las síntesis teóricas no son productos comunes en la historia de las ciencias. Una sola de ellas suele determinar, hasta cierto punto, el curso del desarrollo de la ciencia. Así, no resulta extraño que la mayoría de los investigadores se limiten a defender un punto de vista "monotemático". La concepción que los guía hace posible profundizar esa vía hasta donde es posible de acuerdo con el conocimiento de una época, pero al mismo tiempo los ciega ante otras interpretaciones que llevarían a investigar otras cuestiones. Para el historiador de las ciencias, carece de sentido mostrar que algún investigador del pasado estaba equivocado, pues interpretar a posteriori es muy fácil, cualquier exégeta contemporáneo podría presentarse ante quienes lo leen como poseedor de un entendimiento preclaro cuando analiza pensadores que lo anteceden en el tiempo. Sin negar la importancia de demostrar que algunas ideas antiguas son equivocadas, lo cual suelen hacerlo más bien los científicos que están construyendo un punto de vista alternativo, tiene más sentido para el historiador de las ciencias establecer las conexiones entre el saber de una época y los planteamientos teóricos que en ella aparecen, determinar las razones por las que algún investigador proponía ciertas ideas y no otras, buscar todas las razones que lo condujeron a comprometerse con un punto de vista particular.

Eso es lo que trataremos de hacer con la teoría de Alfonso L. Herrera.

IV. La plasmogenia, el origen de la vida y la síntesis artificial de vida

El biólogo mexicano Alfonso L. Herrera

es una de las figuras más destacadas y menos estudiadas de la historia de las ciencias latinoamericanas. En nuestro país, Enrique Beltrán ha escrito varios artículos sobre su obra y ha logrado que otros se interesen en ella¹. Carlos del Río publicó un trabajo en que relata cuáles fueron las principales ideas de Alfonso L. Herrera sobre el origen de la vida². La teoría de este último fue conocida por numerosos científicos durante la primera mitad de este siglo y varios investigadores contemporáneos lo han reconocido como un precursor³. Sin embargo, todavía no existe ningún trabajo que analice cómo se constituyó la teoría de Herrera y la sitúe en el contexto de la ciencia de su época y de la situación de la investigación en México a principios de siglo.

En la época en que la literatura, el arte y la ciencia de nuestros países intentaban definir su identidad dentro de la cultura occidental, y al mismo tiempo integrarse a ella, Herrera tuvo la osadía intelectual de proponer, desde una nación en que el desarrollo de la ciencia era totalmente incipiente, una teoría sobre la naturaleza y el origen de la vida que -- dio a conocer en todas las revistas internacionales y a todos los investigadores con los que logró establecer contacto.

Desde los años cuarentas, Beltrán ha luchado por desenterrar -- la obra de Herrera del olvido al que fue condenada en México por parte de -- sus enemigos. Estas pugnas entre grupos de científicos, que son al mismo -- tiempo pugnas intelectuales y luchas por el poder institucional, forman -- parte de la historia de las ciencias, puesto que son esas luchas las que de -- ciden con frecuencia la suerte de un campo de investigación o de una teoría.

Herrera se destacó no sólo como investigador, sino también como fundador de varias instituciones de investigación biológica. En él se combi

naron las ambiciones teóricas, la preocupación por los problemas de frontera en la ciencia, con el intento de institucionalizar la biología en México y ponerla en contacto con el desarrollo económico.

Al estudiar la obra de Herrera y la suerte que tuvo en México -- quizá logremos encontrar algunas constantes del desarrollo de la ciencia en los países capitalistas dependientes. Algunas de esas constantes pueden no ser cosa del pasado.

En estas páginas me propongo analizar brevemente qué proponía -- la teoría plasmogénica de Herrera, cómo se constituyó y se desarrolló, y qué relación tenía con la concepción filosófica de su autor. A pesar de que las ideas de Herrera son diferentes a las más aceptadas actualmente para explicar el origen de la vida, su teoría representa una de las maneras de concebir la cuestión y fue compartida por numerosos científicos de principios de siglo. Más aún, la concepción de Herrera y de muchos otros científicos que la desarrollaron por su propia cuenta era la dominante hace unos setenta años, y fue desplazada por la teoría propuesta por el soviético Alexander I^{vanovich} Oparin en la década de los veinte. Como las teorías no desaparecen al ser eclipsadas por otras, hoy asistimos al resurgimiento de algunas de -- las ideas centrales en el pensamiento de Herrera, si bien quienes las defienden no las tomaron de él.

El pensamiento de Alfonso L. Herrera comienza a elaborarse, en lo que respecta al problema del origen de la vida, hacia finales del siglo XIX y principios del XX. En la historia de las ciencias biológicas, este período se caracteriza por lo que podría llamarse la "fiebre mecanicista": los biólogos se apropian de los métodos experimentales de la física y la química y tratan de mostrar que su objeto de estudio se halla sujeto exactamente a las mismas leyes que el resto de la naturaleza, que no existe ninguna fuerza vital especial. Tanto en la embriología como en la fisiología y la teoría evolutiva, se hace un uso cada vez mayor de la experimentación y se supone que sólo a través de ella será posible establecer bases firmes para cualquier teoría; se ataca el "viejo estilo especulativo" de las ciencias biológicas de cien años atrás y se propone sustituirlas por planteamientos rigurosos y exactos, sujetos al control experimental. Jacques Loeb y Lawrence J. Henderson concebirán las acciones humanas como resultado de mecanismos esencialmente fisiológicos, el hombre aparece así como un autómatas desprovisto de libertad y sometido a una causalidad inviolable.

En las ciencias sociales burguesas se produce una reacción contra el marxismo y los investigadores se lanzan a la búsqueda de los "datos" que sustenten puntos de vista más acordes con el desarrollo del capitalismo en su fase monopólica e imperialista. Esta pasión por los "datos" llevará a que algunos investigadores dediquen prácticamente su vida a coleccionarlos, como si realmente existiera lo "dado", lo que es absolutamente independiente de nuestra conciencia, de nuestros actos y de nuestros deseos. Bien podría decirse que en algunas disciplinas fue mayor la preocupación empiricista que el rigor teórico. A diferencia de la biología, que pretendía que ahora sí se estaba aproximando a los objetos reales, la física del siglo XX comenzó con dos teorías que se hallan entre las más abstractas -y que al mismo tiempo han tenido mayor impacto en la producción y en la vida social-, a saber, la relatividad y la mecánica cuántica.

En cuanto al origen de la vida, los puntos de vista dominantes --

aceptaban que la distancia entre lo vivo y lo no vivo ha ido disminuyendo -- conforme avanzan las investigaciones, pero negaban la posibilidad de genera -- ción espontánea de la vida en el momento actual. Esto no dejaba satisfechos a todos, pues algunos pensaban que si la vida surgió espontáneamente al princi -- pio también debería hacerlo hoy, de acuerdo con la concepción actualista y uni -- formista: las fuerzas actuales han modelado el mundo en el pasado con la misma intensidad que lo hacen todavía. Por tanto, refutar o demostrar la generación espontánea de vida requería de experimentación. Claro está, no se trataba ya -- de la generación de una célula completa --aunque investigadores como Bastian si -- guieron creyendo en esa posibilidad--, sino de sus partes constituyentes, en -- las que supuestamente residía la esencia de la vida: enzimas, coloides, virus, genes. La complejidad de estas entidades era mucho menor que la de la célula y su origen espontáneo parecía más probable.

En esta coyuntura se constituye la teoría plasmogénica de Herrera, que comparte muchos de los presupuestos de la ciencia de su época, pero al mis -- mo tiempo está marcada por preocupaciones que la distinguen de otros plantea -- mientos sobre el origen de la vida.

Antes de analizar sus proposiciones sobre la naturaleza y origen -- de la vida, es conveniente abordar brevemente ciertos aspectos de su vida per -- sonal y profesional.

// La vida de Alfonso L. Herrera

Nacido en 1868 y fallecido en 1942, su vida transcurre a lo largo del porfiriato, del período revolucionario y de los primeros gobiernos postre -- volucionarios. Su formación fue la de un liberal, materialista y ateo, como -- correspondía al descendiente del médico y farmacéutico Alfonso Herrera (1838- 1901), quien realizó también investigaciones de química, farmacología, botáni -- ca y zoología, y fue director varios años de la Escuela Nacional Preparatoria. Alfonso L. Herrera creció, pues, en un ambiente ilustrado y con la posibilidad de entrar en contacto con las figuras más destacadas de la intelectualidad me -- xicana. Su padre parece haber tenido buenas relaciones con ²⁹un Presidente [se -- guramente Porfirio Díaz], a cuyo lado solía hacer largas caminatas en el Bos --

que de Chapultepec, amenizadas con patrióticas conversaciones. Por desgracia, cierta vez, el mencionado Presidente consultó a mi padre el proyecto abominable que tenía de clausurar la Escuela de Agricultura, por considerarla completamente inútil. Como era natural, este proyecto fue rechazado y mi padre dijo con suficiente energía a su interlocutor que nada podría desprestigiar más a un Gobierno que la supresión de una Plantel indispensable para el progreso de nuestra Patria. La escuela se salvó, pero cesaron aquellos paseos...". Más allá de la anécdota, esto muestra la carencia casi total de apoyo que tenía en México la educación superior y la investigación.

Alfonso L. Herrera cursó la carrera de farmacia en la Escuela Nacional de Medicina y se recibió de farmacéutico en 1889 con la tesis "Diálisis química. Aplicaciones del sulfato de cal". Pronto se destacó como uno de los más destacados investigadores mexicanos en fisiología, zoología, evolución y biología general. Su interés por la biología fue permanente, pero desde que comenzó a elaborar sus primeros planteamientos sobre el origen de la vida su atención se centró principalmente en cuestiones químicas. De hecho, podría ser interpretado como uno de los últimos científicos mexicanos que todavía no tenía un campo restringido de acción; su formación parece haber sido fundamentalmente autodidacta, si bien pudo trabajar con los mejores biólogos mexicanos de la época. Un rasgo que lo caracterizó fue el establecimiento de innumerables contactos con científicos extranjeros, el tratar de mantenerse al día en las cuestiones que más le interesaban y el publicar gran parte de sus trabajos en revistas extranjeras. Como científico, maduró en "La Belle Époque", y por ello no debe extrañar que la mayoría de sus artículos, incluidos muchos publicados en México, hayan sido escritos en francés.

Esta "orientación hacia afuera" tenía varias razones de ser. En primer lugar, la ciencia en México tenía un desarrollo todavía raquítico y no eran muchas las revistas en que podían publicarse las investigaciones, además de que entonces, como ahora, parecía ser más valiosa una publicación en el extranjero. En segundo, quizá Herrera buscaba la crítica de científicos extranjeros, seguramente más capaz y menos interesada en resolver por su conducto desaveniencias personales. En tercero, el rechazo que en nuestro país motivó

su trabajo sobre el origen de la vida -no expresado a través de la crítica abierta a sus planteamientos, sino mediante la calumnia y la burla-, reforzó su "orientación hacia afuera" y lo llevó a reforzar y multiplicar sus vínculos con científicos de otros países. Por otra parte, el dedicarse a la investigación de un problema de frontera y con un interés sobre todo teórico y filosófico, como lo es el origen de la vida, lo condujo a buscar incansablemente interlocutores dispuestos a conocer sus ideas.

Herrera también realizó diversas investigaciones con interés práctico: las plagas de la agricultura, técnicas de análisis clínico y químico, --tratamientos terapéuticos con algunas hierbas y aire enrarecido, etc. Sin embargo, le preocuparon ante todo los problemas generales del conocimiento biológico: la evolución de los organismos, el origen de la vida, la fisiología celular o protoplásmica, la estructura del cosmos. Intentó generalizar y unificar el conocimiento bajo una sola teoría: su plasmogenia. Lo más importante para él son³⁰!...las leyes generales de la existencia, la unificación de las ciencias naturales a la luz de los últimos descubrimientos y teorías, que dan la vida a todo cuanto existe".

Luchó por institucionalizar la investigación biológica en México a través de la fundación de la Comisión de Parasitología Agrícola (1900-1907) y de la Dirección de Estudios Biológicos (1915-1929); fundó también los boletines científicos para dar a conocer los resultados de ambas instituciones de investigación. La cantidad, diversidad y calidad de sus actividades como fundador de instituciones y revistas, como autor de innumerables artículos y libros, como alguien que mantuvo correspondencia con decenas de personas y que recibió y escribió cientos de cartas en varios idiomas, son sorprendentes. Puede decirse que toda su vida giró alrededor de su obra, pues no abandonó sus ideas a pesar de la resistencia y las burlas que enfrentó en el país; muy por el contrario, se echó auestas una inmensa tarea de difusión de sus ideas, que no desaprovechó ningún foro, pues lo mismo escribía un artículo para la Gaceta de Guadalajara (de efímera existencia) que para el Bulletin de la Societé Zoologique de France, lo mismo enviaba sus preparaciones de artefactos producidos con coloides inorgánicos montadas en bálsamo de Canadá a investigadores tan distinguidos como A. I. Oparin que hacía una demostración pública en el Zócalo de la

Ciudad de México para dar a conocer al pueblo sus investigaciones sobre la imi-
tación de la forma de las células con sustancias inorgánicas. Estaba profunda-
mente convencido de las ideas que defendió, incluso podría decirse que estaba
obsesionado con ellas, que se sabía poseedor de una teoría de altos vuelos, de
una proposición que resolvía, desde su punto de vista, problemas fundamentales
de la ciencia.

Esta necesidad por hacer del conocimiento público sus planteamien-
tos, por sacar sus investigaciones del aislamiento a que las habían condenado
sus enemigos, explicaría las demostraciones públicas que hizo Herrera³¹:

A veces Herrera llegaba al absurdo en sus experimentos, como cuan-
do para estudiar las figuras que se producirían con el impacto de
gotas dejadas caer de gran altura, subió a la torre de Catedral -
con un gotero, del que se desprendían gotas que un ayudante debía
recoger en una placa de cristal... lo que naturalmente no lograba
por efecto del viento, causando el enojo de don Alfonso, que criti-
caba su torpeza; anécdota celosamente guardada y continuamente re-
petida con deleite por quienes estiman que basta para derrumbar la
brillante figura del sabio.

Acusarlo de loco fue una manera de no comprender las razones que -
lo impulsaron a obrar de esa manera. Desde mi punto de vista, estas "extrava-
gancias" son perfectamente coherentes con la concepción plasmogénica de Herre-
ra, ya que él buscaba demostrar que en la forma de los seres más sencillos se
reflejan leyes físicas y químicas universales. Como más adelante veremos, es-
tas demostraciones públicas no son más absurdas que las comparaciones que esta-
blecía entre la forma de las células y de las nebulosas o los cometas, para --
ello se requiere sólo suponer que existe una unidad de leyes y de procesos en-
tre el macrocosmos y el microcosmos.

En 1929, la Dirección de Estudios Biológicos fue transferida de la
Secretaría de Agricultura y Fomento a la Universidad Nacional de México, que -
al conquistar su autonomía acogió a varias dependencias gubernamentales dedica-
das a la investigación. Como los enemigos de Herrera habían conquistado sólidas
posiciones en la universidad -uno de ellos, antiguo investigador en la Di-
rección de Estudios Biológicos, Fernando Ocaranza, era entonces Director de la
Facultad de Medicina-, esta coyuntura se aprovechó para obligarlo a renunciar
a su cargo de director. Se consumó así una campaña que se había iniciado años
atrás, y que incluyó entre sus formas de hostigamiento la calumnia y la asfi-

xia económica de la Dirección de Estudios Biológicos. En esta lucha por el poder institucional, Herrera parece haberse hallado solo contra sus contrincantes, pues sus antiguos apoyos en el aparato estatal, que aunados a sus méritos propios le permitieron fundar en 1915 la Dirección, ya no existían. Sus enemigos, entre ellos el ya citado Fernando Ocaranza e Issac Ochoterena, supieron relacionarse mejor con los nuevos cuadros dirigentes del Estado.

Al pasar a depender de la UNAM, la Dirección de Estudios Biológicos se convirtió en el todavía existente Instituto de Biología, cuya dirección fue confiada de 1930 a 1947 a Issac Ochoterena, quien también había sido antes investigador en la Dirección de Estudios Biológicos. Es necesario estudiar estas luchas entre diferentes grupos de intelectuales, no tanto por defender a uno de los bandos, sino por entender cuál fue su impacto en el desarrollo de la ciencia en México. Por lo pronto, una conclusión inmediata es que los estudios sobre el origen y la evolución de la vida fueron truncados con la renuncia obligada de Herrera a su cargo directivo.

En ese momento, Herrera era autor de una obra única en la ciencia mexicana, se le reconocía en el extranjero como defensor de una teoría importante, si bien podía no estarse de acuerdo con ella. Había escrito alrededor de diez libros y más de doscientos artículos. Puede decirse que sus ideas fundamentales estaban ya desarrolladas y que los trece años restantes de su vida se dedicó a reiterarlas y extenderlas, aunque también logró en ese período final de su vida formular algunos planteamientos novedosos sobre el origen de la vida, en especial la teoría sulfocianica del origen del protoplasma, de la cual hablaremos más adelante.

Herrera desarrolló sus planteamientos sobre el origen de la vida en el período en que existía todavía muy poca investigación al respecto. Murio una década antes de que esas investigaciones comenzaran de manera intensa, pero sus ideas son un producto importante de la etapa previa, de la etapa en que se establecieron los lineamientos para la investigación experimental. Esta ha seguido en lo fundamental una vía diferente a la sugerida por Herrera, pero, como veremos en las últimas páginas, varios investigadores actuales están retornando a ideas muy similares a las de Herrera.

La obra de Alfonso L. Herrera en el contexto internacional

Nadie es profeta en su tierra, Herreralo fue menos que nadie. Mientras que en su propio país sus planteamientos fueron ignorados o descalificados, en varios países americanos y europeos su obra fue bien recibida por biólogos, químicos y librepensadores que compartían sus ideas.

Publicó tres libros en francés. Dos en México: en 1897 Recueil des lois de la biologie générales y en 1899 en colaboración con D. Vergara Lope La vie sur les hauts plateaux. El otro es la traducción realizada por el farmacéutico Georges Renaudet del libro Nociones de biología, publicado en México en 1904, que apareció en Berlín en 1906 con el título de Notions générales de biologie et de plasmogénie comparées, al cual se añaden en el apéndice otros trabajos de Herrera y algunos del traductor y otros autores.

En 1926 se publicó en España una voluminosa obra con el título La plasmogénia, y siete años después apareció un folleto sobre El híbrido del mono y el hombre.

Publicó numerosos artículos en francés, italiano, inglés, portugués. Esos escritos aparecieron en Francia, Bélgica, Italia, Estados Unidos, Portugal. Sus artículos en español fueron conocidos en España, Cuba, Argentina, Chile y posiblemente otros países latinoamericanos.

Tuvo corresponsales en todos esos países que contribuyeron a difundir su teoría sobre el origen de la vida. Herrera es presentado por ellos como creador de una nueva concepción, como un investigador brillante que se halla a la cabeza de una escuela.

En términos generales, los autores que aceptaron las ideas de Herrera defienden posiciones mecanicistas, anticlericales, liberales y eugenistas. Aún no he podido profundizar lo suficiente para poder reconstruir, con base en el análisis de esas posiciones; los contactos internacionales de Herrera. Dos de sus corresponsales, Israel Castellanos en La Habana y Víctor Delfino en Buenos Aires, estuvieron asociados a los movimientos eugenistas de sus respectivos países. En la obra de Herrera aparece constantemente también la preo-

cupación por el deterioro de la humanidad y sugiere evitar los matrimonios in convenientes que contribuyen a ese deterioro.

Herrera envió a científicos extranjeros cientos de preparaciones montadas en bálsamo de Canadá. El parecido de sus artefactos con los seres vi vos microscópicos era tan grande que algunos de sus corresponsales los confundieron con microorganismos auténticos. Es posible que en algunos museos estadounidenses o franceses se encuentren todavía algunas de las preparaciones que envió específicamente para que las integraran a sus colecciones.

En el Museo Nacional de Historia Natural existió una colección -- con las preparaciones plasmogénicas de Herrera, pero seguramente desapareció cuando la Dirección de Estudios Biológicos se transformó en Instituto de Biología. En 1915 decía Herrera que³²:

...en el Museo del Chopo se encuentran grandes vitrinas de la Sec ción Biológica, en las que presentamos pruebas materiales de la e volución de los organismos a partir del reino mineral.

Después de referirse a las colecciones de animales y plantas que muestran los fenómenos biológicos de la adaptación, selección, variación, he rencia, origen del hombre, etc., añade³³:

En una esfera mucho más elevada exhibimos los resultados preliminares de una gran ciencia y de un gran ideal, que con solícitos cu idados y pasión profunda cultivamos en los laboratorios del Museo: me refiero a las estructuras, vegetaciones, formas, modelos, que se pr oducen artificialmente a título de facsímiles de los vegetales y animales que la naturaleza engendra, con procedimientos poco conocidos.

Me ha interesado estudiar la teoría de Herrera en el contexto in ternacional porque sólo así puede entenderse. Si no se conocen los planteamientos de otros científicos pertenecientes a su escuela se corre el peligro de caer en dos errores "simétricos": o bien se le presenta como un investigador "loco" que no entendía lo que estaba haciendo o bien se le atribuyen dotes casi proféticas por haber supuestamente anticipado muchos de los planteamientos actuales. Sus planteamientos fueron compartidos por muchos investigadores de principios de siglo; quizá Herrera se distinguió de sus compañeros de escue la por la pasión con que se entregó a sus investigaciones plasmogénicas y por la tenacidad experimental reflejada en cuarenta y tantos años de realizar una

y otra vez sus experimentos, hasta que llegaron a contarse por miles. Ningún plasmogenista igualó esta entrega. Deben existir sobredeterminaciones afectivas que expliquen por qué dedicó Herrera la mayor parte de su tiempo a efectuar esos experimentos que daban siempre resultados muy similares -¿entonces, por qué repetirlos?-, a escribir artículos y libros llenos de dibujos y fotografías de sus creaciones de laboratorio, a enviar gratuitamente preparaciones a cualesquier persona que se lo solicitara. En fin, quizá valdría la pena hacer, como lo sugería Gastón Bachelard, un psicoanálisis del conocimiento.

Dada la enorme cantidad de textos que se requiere estudiar para comprender minuciosamente cómo se constituyó la teoría de Herrera, y la dificultad para conseguirlos, todavía no he leído a todos los autores de su corriente. No obstante, considero necesario establecer sólo los lineamientos generales del pensamiento de estos biocoloidólogos inorganicistas, de lo contrario habría que entrar en detalles sin fin. En las páginas siguientes serán tratadas algunas de esas ideas generales.

Paralelos entre el mundo mineral y el mundo viviente

En Herrera no existe una distinción clara entre lo vivo y lo no vivo. Por el contrario, todos sus argumentos se dirigen a mostrar la identidad entre ellos: su composición química es la misma y los rigen las mismas leyes naturales.

Por supuesto, para él es evidente que los compuestos orgánicos sólo existen asociados a los seres vivos, pero señala que están constituidos por los mismos elementos químicos que los minerales. Además, considera que lo fundamental en cuanto a estructura y función en un cuerpo viviente, son los compuestos inorgánicos.

Estamos frente a un pensador hilozoísta o panvitalista, pues todo parece poseer vida. Esta es simplemente movimiento de la materia, su capacidad de transformación, de sufrir cambios energéticos y de disposición de los átomos. Con que haya gravitación y movimiento de los electrones, le parece suficiente para que haya vida. Su libro Biología y plasmogenia (1924) se inicia

con el siguiente epígrafe del Dr. G. Krafft³⁴:

La vida de la materia es constante, general, perpetua y universal y no una propiedad momentánea y fugitiva de las plantas y de los animales. No hay materia muerta, toda materia está viva.

Su negación de toda especificidad en los fenómenos de la vida, su identificación entre lo vivo y lo no vivo, lo conduce a una posición antivitalista que desemboca, paradójicamente, en un vitalismo de signo contrario al que critica, lo lleva a una posición que al ser la negación simétrica del vitalismo se instala en una concepción similar a la que ataca. Si el vitalismo afirma que sólo los organismos poseen propiedades vitales y que éstas no guardan ninguna relación con lo inorgánico, afirmemos que todo está vivo, que las propiedades supuestamente vitales son comunes a toda la materia. Por esta vía, se llega incluso, como lo hizo el propio Herrera, a buscar en la materia rudimentos de fenómenos psíquicos.

Interpretar las proposiciones de Herrera no es nada fácil, pues -- con frecuencia se contradice. Si bien afirma que todo está vivo, no puede dejar de considerar el problema de la muerte, pues ésta desorganiza, disuelve a los cuerpos de los que se apodera. Quizá para él existían diferentes "vidas": la de los astros, la de los minerales, la de los organismos. La palabra vida, ya que carece de un concepto de vida, tiene dos sentidos: uno, general, se refiere a la vida como movimiento; otro, restringido, a la vida como característica de los organismos. Entiende la vida de los organismos como procesos sobre todo físicos: ósmosis, tensión superficial, corrientes en el protoplasma, difusión, etc. A pesar de su formación como químico, su atención se desplaza más hacia los fenómenos físicos. Hay muy poca atención en su obra plasmogénica a los procesos específicamente biológicos: la herencia, la reproducción, la adaptación.

Ahora bien, si todo está vivo, ¿entonces en qué consiste la cuestión del origen de la vida? Si todo está vivo, en cierto modo desaparece el problema del origen de la vida. Sin embargo, para Herrera éste parece reducirse a que la materia coloidal inorgánica forme estructuras microscópicas de forma similar a los microorganismos. Si bien toda la materia está viva, para que adquiriera las propiedades de los organismos tiene que adquirir su forma. Quizá esta sea una de las razones por las que Herrera hizo miles de experimentos.

La comparación entre los minerales y los seres vivos se hacía ya en el siglo XVIII, si no es que antes. Se basaba en que ambos poseen estructuras ordenadas y en que los minerales también parecen crecer, poseer la capacidad de regenerar sus partes, etc. Sin embargo, con el surgimiento de la química orgánica y de las disciplinas unificadoras del estudio de los organismos a principios del siglo XIX, esa comparación dejó de ser muy aceptada, pero la mayoría de los evolucionistas y materialistas la conservaron.

La encontramos en Lamarck, Haeckel, Bastian, Herrera, Oparin. Este último, en su planteamiento original de la teoría del origen de la vida hoy más aceptada, establece una serie de analogías entre los cristales y los seres vivos para demostrar que la distancia entre lo vivo y lo no vivo no es tan grande como se cree. Hacer esto en 1924 era algo muy común, no tan original como dice John D. Bernal³⁵:

Su consideración de los cristales, que también tienen la capacidad de crecer y de replicar su forma, se aproximó mucho a las ideas modernas sobre la autorreproducción, que han sido la clave de la biología molecular, cuyas ideas estaban en aquel entonces mucho más allá del horizonte de la investigación.

Las analogías que estableció Oparin entre los cristales y los seres vivos ya las había planteado cincuenta años antes Ernst Haeckel en su obra Historia de la creación de los seres organizados según las leyes naturales. En 1904, Herrera retoma esas analogías³⁶:

La cristalización de muchas sales inorgánicas se parece a ciertos fenómenos biológicos y un cristal que regenera las partes perdidas, tiene también una forma constante y es susceptible de crecimiento (por yuxtaposición).

En revancha, muchos organismos (esponjas calcáreas, foraminíferos, etc.) tienen, igual que los minerales, formas geométricas regulares. Lo orgánico nunca goza de la independencia de que sí goza lo inorgánico, por ello debe ser algo derivado, pues ni siquiera las albúminas y las nucleínas dejan de estar asociadas a compuestos inorgánicos. Según Herrera, y en esto sigue fielmente a Haeckel, los cristales presentan fenómenos de regeneración, crecimiento, cicatrización, forma especial. Añade, basándose en los estudios del francés Stéphane Leduc, quien compartía las ideas de Herrera, que las celdillas de ferrocianuro de cobre preparadas por Leduc en el laboratorio presentan un fenómeno parecido a la nutrición.

Todos los investigadores que estudiaron la cuestión del origen de la vida en la primera mitad del siglo, tuvieron que mostrar que la distancia entre lo vivo y lo no vivo no es tan grande. Los eslabones usados para hacer la conexión fueron muy variados: los cristales, las enzimas, los genes, los virus, los coloides. Herrera se distinguió en que no sólo hizo una aproximación analógica, sino pretendió que así demostraba que todo está vivo.

La posición materialista mecanicista de Herrera le hace pensar -- que la única manera de ser consecuentemente antivitalista es otorgar la vida a toda la materia y afirmar que la vida debe existir en todo el cosmos ³⁷:

... la existencia de los mismos elementos en los diversos cuerpos celestes ... y la universalidad de las leyes de la naturaleza, nos inclinan a pensar que la vida existe en todas partes.

La distancia entre lo vivo y lo no vivo es lo suficientemente pequeña como para que considere posible vencer a la muerte. Herrera acarició -- dos viejos sueños de la humanidad: la capacidad de crear vida y el poder de -- restituir la a quienes la han perdido ³⁸.

Diversas estructuras están superpuestas en los objetos y los seres organizados:

- 1^o La estructura o aspecto exterior
- 2^o La estructura anatómica
- 3^o La estructura microscópica
- 4^o La estructura química
- 5^o La estructura electrónica.

Como la última estructura es la base de todas las demás, afirma -- que ³⁹ "La fabricación de un objeto o de un ser en el laboratorio futuro deberá, pues; comenzar con la estructura quinta. ¿Será posible lograrlo?"

Mas la duda no parece anidar en una mente como la suya ⁴⁰:

Se puede suponer ... que se llegará más tarde a fijar la estructura quinta, la técnica para fabricar a voluntad los átomos, las moléculas, las sustancias complicadas y aun las estructuras 4, 3, 2, y 1 a partir de los electrones. Los sabios futuros, en lugar de manipular con las sustancias en los laboratorios, obrarán sobre los electrones. Quizá en el futuro sea posible la resurrección de los genios como Víctor Hugo, a través de la manipulación de los electrones.

La concepción teórica de Herrera lo hizo impermeable a los hallazgos de la bioquímica y la genética, pues éstas aceptan la especificidad de lo viviente. Como él pensaba que la vida no es una sustancia -- y en esto, sin du

da, tenía razón-, lo más seguro es que no hubiera compartido los planteamientos que la hacían residir en unidades moleculares como las enzimas, los genes y los virus. Además, Herrera se las arreglaba, como cualquiera que esté dominado por concepciones demasiado generales que explican todo, para atribuir - las propiedades catalíticas y coloidales de las albúminas a impurezas silíceas y aluminosas.

Se mantuvo activo en la investigación hasta sus últimos días, pero en sus trabajos no aparecen casi referencias a las líneas de investigación que seguían vías diferentes a la suya.

Como lo fundamental en las células son los componentes inorgánicos, redujo el papel de las albúminas y de las nucleínas a meras sustancias de reserva y de alimentación. Por ello, no es extraño que pueda concebir el origen de la vida como un origen mineral y autotrófico: las sustancias orgánicas que formaron los primeros seres vivientes minerales les sirvieron para alimentarse, pero la forma ya la tenían gracias a la materia inorgánica.

El origen mineral y autotrófico de la vida

La vida no puede provenir de lo orgánico, puesto que las moléculas orgánicas sólo se forman con la participación de los seres vivos. Como las leyes de la naturaleza son constantes, no existe ninguna razón para suponer que al principio los compuestos orgánicos se hayan formado en ausencia de los organismos y hoy sólo lo hagan dentro de ellos. Herrera conoce los experimentos que a principios de siglo hicieron Berthelot, Baly y muchos otros, para mostrar que a partir de compuestos inorgánicos se sintetizan en el laboratorio algunos compuestos orgánicos, pero eso no lo lleva a pensar que en la Tierra primitiva pudiera haber ocurrido lo mismo a través de mecanismos naturales. Lo orgánico debe ser algo secundario, accesorio a lo mineral; si se cree que el papel fundamental lo tienen las moléculas orgánicas sería hacer una concesión al vitalismo.

En las Nociones de biología (1904) se encuentran ya los argumentos que aparecerán después en todas sus obras⁴¹:

Es inadmisibles que las sustancias orgánicas provengan de las mismas sustancias orgánicas, y es de creerse más bien que el ser se compone de una especie de sal (silicato, fosfato en combinación del ácido nucleírico con las nucleínas) de consistencia coloidal o jabonosa, con estructura alveolar muy fina, en donde se condensan los elementos del aire y del agua, formando cuerpos orgánicos diversos. Pero esta hipótesis no ha sido demostrada todavía.

(...)

La lógica más rudimental nos obliga a convenir en la idea ya muy generalizada, de que los cuerpos inorgánicos han existido primero que los orgánicos, cuando éstos no hubieran podido resistir a la temperatura elevadísima de los períodos geológicos primitivos. La generación espontánea tuvo lugar probablemente en condiciones muy semejantes a las modernas y aún hoy día se están formando en las plantas y en los animales y en el hombre mismo, infinidad de materias, albuminoides, grasas y otras, terciarias y cuaternarias. Como los silicatos y la sílice coloidal abundan en todas partes y tienden a organizarse y combinarse con otros cuerpos, que retienen ávidamente, puede preguntarse si no son en efecto, la tan deseada base inorgánica de la vida. Cuando menos se parecerán a ella de una manera admirable, por sus caracteres físicos y químicos.

Más adelante señala que sólo los componentes inorgánicos dan microestructuras cuya forma es similar a la de las células⁴²:

... nuestras imitaciones del protoplasma, preparadas con el ácido silícico y los silicatos, tienden ya a confundirse, por caracteres profundos y sugestivos, con el modelo viviente natural ... Y si los elementos del aire y el agua se combinaron bajo la influencia de la luz, esta combinación sólo pudo verificarse en una matriz mineral, puesto que las nucleínas y en general el protoplasma no pueden existir sin el fósforo, el silicio y otros elementos inorgánicos.

// Si en lugar de referirse a la síntesis de materia orgánica por los primeros seres vivos minerales, se refiriera a la síntesis de material orgánico antes de que a partir de éste último se formaran sistemas microscópicos cuya evolución posterior llevó al origen de las primeras criaturas vivientes, los planteamientos de Herrera tendrían mucha similitud con concepciones actuales. No puede negarse, sin embargo, el mérito de haber sugerido la importancia de las matrices minerales en la síntesis de materia orgánica. En 1949, Bernal sugirió, en su famosa conferencia "The physical basis of life"⁴³, que las arcillas (silicatos de aluminio, sodio, potasio, etc) pudieron jugar un papel muy importante en la síntesis abiótica de moléculas orgánicas en la Tierra primitiva. En 1963 se realizó uno de los más importantes congresos sobre la cuestión del

origen de la vida, y los trabajos ahí presentados fueron publicados con el título colectivo de The origins of prebiological systems and of their molecular matrices⁴⁴, en el que también se hace referencia a la necesidad de matrices moleculares que hicieran posibles los procesos evolutivos que condujeron al origen de la vida sobre la Tierra.

Herrera dice haber realizado experimentos para establecer si al irradiar con luz ultravioleta una solución acuosa de dióxido de carbono se sintetiza formaldehído (CH_2O), molécula que se suponía era formada por las plantas antes de sintetizar azúcares más complejos. Señala que al igual que otros autores⁴⁵, no pudo confirmar esa supuesta síntesis mediante luz ultravioleta. Esta es una de las razones que lo condujeron a reforzar la idea que había planteado más de diez años atrás sobre la síntesis de materia orgánica en el seno de matrices minerales.

En Biología y plasmogénia (1924), Herrera presenta una "Comunicación inédita de R. Ciusa", que dice a la letra⁴⁶:

Experimentos de Ciamician. En noviembre de 1921 emprendió estudios acerca de las celdillas minerales de Herrera, en la Universidad de Bolonia, comprobando los resultados y obteniendo celdillas y notables dobles coloraciones.

Según parece, Herrera estableció contacto con Ciamician para que éste investigara la posibilidad de que las celdillas artificiales de composición mineral sinteticen materia orgánica. La hipótesis inorganicista de Herrera es⁴⁷:

En vista de que los fluosilicatos irritan con extraordinaria perfección las estructuras de los seres vivientes, podría preguntarse si la molécula protoplásmica no está formada por un núcleo -- fluosilícico de base soluble, con cadenas laterales orgánicas en la cual se encontrasen las proteínas, lecitinas, etc. ...

Como este planteamiento fue rechazado por la mayoría de los biólogos, hace una defensa denodada de su derecho a sugerir nuevas ideas y del valor que tienen las hipótesis en el avance de la ciencia⁴⁸:

Esta hipótesis ha despertado muchas críticas prematuras, pues no pretendo haber acertado y por esto empleo la palabra hipótesis. El Prof. Ciamician me ofreció emprender la delicadísima investigación siguiente: averiguar si las celdillas inorgánicas fluosilícicas, en condiciones convenientes, son capaces de sintetizar

la materia orgánica. La muerte de este sabio impidió que se llevara a cabo, de una manera obstinada y completa, esta investigación. Todos tenemos el derecho de proponer hipótesis y son superfluas las iras y censuras que provocan, pues yo mismo dudo de su exactitud, pero juzgo necesario estudiarlas y estoy en mi derecho para hacerlo. Infinidad de hipótesis han sido comprobadas o desechadas y sin ellas la ciencia es imposible.

Aunque Herrera plantea claramente desde 1904 la posibilidad de que en el interior de matrices minerales se forme la materia orgánica y así surjan los primeros seres vivos, su contacto con el italiano Ciamician parece haber reforzado esa idea y haberle proporcionado nuevos argumentos para defender su convicción de que los componentes inorgánicos son los principales en los organismos. En las páginas 151 y 152 de Biología y plasmogénia, Herrera presenta la traducción de un articulito de Ciamician publicado en la Revue Scientifique en 1921, titulado "La formación de compuestos orgánicos en la naturaleza independientemente de los organismos". Su título es muy interesante y podría llevarnos a pensar que en aquel entonces existía ya claridad sobre la síntesis abiótica -es decir, la formación de moléculas orgánicas antes de la aparición de la vida-, pero no es así, porque Ciamician cree que esa síntesis coincidió con el origen de la vida. Por el interés que tiene para el análisis que hago después, transcribo completa la argumentación de Ciamician⁴⁹:

En el artículo anteriormente publicado ("Semana Médica", año 58, no. 23, pág. 711, 1921), el señor profesor José R. Carracido, partiendo de la hipótesis de que la aparición de los seres vivientes de la tierra, fue precedida de síntesis inorgánica de los compuestos del carbono, sustancia fundamental en la constitución de los dichos seres vivientes, supone el citado profesor, que las sustancias proteicas tuvieron su origen en el carburo de calcio y el acetileno, y en la calciocianimida, por intermedio del amoníaco, del ácido cianhídrico y del anhídrido carbónico. Y por medio de una serie de reacciones, trata de darse cuenta de la formación de los ácidos aminados, de la arginina, de la histidina y proteínas, y en seguida, de las materias proteicas más complicadas, hasta los nucleoproteidos y las hemo proteinas.

A priori, esta hipótesis parece muy probable; por ejemplo: es de admitirse la formación de aminoácidos por medio de las cianhidrienas de los aldehidos. La hipótesis de que los compuestos racémicos son desdoblados bajo la acción de fuerzas magnéticas, o bien por la acción de la tierra, parece también muy probable.

Podría, pues, pensarse, con el profesor Carracido, que cuando la temperatura terrestre era muy elevada y por vía inorgánica, se habrían formado el pirrol por intermedio del acetileno, proveniente del carburo de calcio y el amoníaco, que este último haya tomado parte en la síntesis de las sustancias proteicas con los compuestos de la cianamida.

Pero estas ingeniosas especulaciones pueden considerarse falsas si se piensa en la débil resistencia de los compuestos orgánicos y en su fácil alteración, cuando no se les conserva cuidadosamente, y que sería imposible que hubieran podido resistir hasta el momento que la tierra presentó condiciones apropiadas para el nacimiento de la vida, es decir, la aparición por generación espontánea, o sin ella, de la célula primitiva,

Los compuestos del carbono son, por regla general, poco estables - cuando se encuentran sometidos a la acción del aire o de la luz y no se les encuentra en el estado de productos naturales sino en los organismos. Los más numerosos, que constituyen las especies - mineralógicas, son siempre de origen orgánico; por ejemplo: los oxalatos de calcio, de fierro y de amonio, que constituyen los minerales llamados: wewelita, oxalita y oxamita, la miolita y diversos hidrocarburos de la lignita. Existen también las diversas clases de petróleos y asfaltos, cuyo origen es materia de discusión, pero si tuviesen un origen inorgánico, serían parafinas o cicloparafinas, que son justamente los compuestos más notables de la química del carbono, pero también los más alejados de la vida orgánica.

Al contrario de lo que el profesor Carracido pretende demostrar, hay que admitir que los compuestos del carbono se han formado al mismo tiempo que los organismos y de los cuales son un elemento. El problema es muy interesante, pero su resolución podría ser distinta de la que se supone. Las hipótesis a este respecto, sólo -- pueden tener un valor muy relativo pues es necesario, o admitir -- que la vida orgánica ha existido siempre y que sus gérmenes se -- han transportado a todo el Universo, por medio de la presión de -- la luz como supone Arrhenius, o bien, que la materia prima viviente se ha formado por intermedio de sustancias inorgánicas en medios especiales, capaces de protegerla de los agentes exteriores. Podemos suponer que un medio adecuado para tal objeto podría haber sido constituido por celdillas semejantes a las de Traube, -- que, como es sabido, se forman al contacto de soluciones que dan nacimiento a precipitados gelatinosos semipermeables, pudiendo -- presentar las formas más diversas y hasta imitar las formas orgánicas. Siguiendo nuestra hipótesis, hasta cierto punto fantástica, podemos pensar que en tales celdillas de naturaleza inorgánica, -- se han desarrollado procesos biológicos que han tenido como resultado el nacimiento de las materias orgánicas y la vida. Los verdaderos organismos habrían sido precedidos por pseudo organismos.

Ciertamente, había razones poderosas para dudar que la síntesis abiótica hubiera podido tener lugar en la Tierra primitiva. Mas, aun si hubiera ocurrido, Herrera y Ciamician consideran que los compuestos orgánicos son poco resistentes a las inclemencias del ambiente, por lo que tuvieron que formarse en el interior de microestructuras minerales que los protegieran: esa forma -- ción es el origen de la vida. Todavía hoy sigue siendo un problema explicar cómo pudieron permanecer sin desintegrarse en las aguas primigenias compuestos como los azúcares, algunos aminoácidos, etc.

Como Herrera consideraba los compuestos orgánicos como combustibles o reservas, su formación en la microestructura mineral hizo que ésta tuviera materia prima que consumir. Lo mineral constituye la estructura, lo orgánico el alimento.

A pesar de que Herrera criticó acremente el vitalismo, tomó como modelo para la formación de las sustancias orgánicas primitivas a los propios seres vivos, lo que debía explicar lo consideró punto de partida⁵⁰:

... en las condiciones actuales de la Tierra, se están formando millones de celdillas, toneladas de albúminas y protoplasma, por medio de los elementos inorgánicos que las plantas absorben del agua, del aire y de la tierra.

Concibió la vida esencialmente como movimiento y forma

por ello puede concluir que⁵¹:

... si se llegase a reproducir con perfección la forma y la estructura de la celdilla natural, sería lógico que en las imitaciones artificiales aparecieran las propiedades fisiológicas, porque la estructura de la celdilla proviene de los coloides que encierra y es claro que una estructura igual tendría por base coloides iguales, y si se logra obtenerla con los inorgánicos, no es necesario traer de los cabellos la hipótesis albuminoidea.

Rechaza las hipótesis que atribuyen a las sustancias orgánicas el papel esencial en la célula, se trate de albúminas o de paranucleínas o nucleínas. Por el contrario, está convencido --juntamente con Moore, Webster y Ciamician-- de que⁵² "las materiales minerales, especialmente los coloides inorgánicos, se han organizado y producido después las albúminas y otras muchas materias orgánicas, bajo la influencia de las fuerzas naturales".

Como considera que la experimentación es la única manera de mostrar la validez de sus planteamientos sobre el origen del protoplasma, argumenta que sus artefactos imitan no sólo la forma de los microorganismos y de diversas células de animales y plantas, sino que podrían ser capaces de sintetizar la materia orgánica. Todo esto lo dice de manera precavida para evitar que se siga criticando su teoría.⁵³

En cuanto a las críticas que se hacen a la plasmogénia son prematuras, pues esta ciencia comienza y no pretende haber formado seres completos, artificiales, encontrándose en el período de las imitaciones de formas y funciones de celdillas que nacen, crecen, se dividen y mueren.

Es, sin embargo, el camino para llegar a la explicación del origen del protoplasma y su reproducción experimental.

Difundiéndose lentamente el cloruro de calcio en una capa capilar de silicato de sodio (100) y bifluoruro de potasio (20) diluido (5:100), encerrada entre dos vidrios comprimidos (1 a 300 kilos), a temperaturas convenientes (15 a 90°C), se forman precipitados periódicos, germinaciones, celdillas completas, con membrana, citoplasma, núcleo, que se dividen (hasta la tercera generación) por división directa o indirecta, se lavan, fijan, tiñen y montan en bálsamo como las celdillas naturales, y en gran abundancia se han enviado al extranjero y cada a conocer en varias publicaciones ... Estas celdillas descomponen el agua oxigenada y podrían quizá sintetizar la materia orgánica en condiciones convenientes.

Herrera quiere comprobar a través de la experimentación su teoría, por ello creo que soñó con la síntesis artificial de la vida (ver sección - II.5).

Argumenta que su hipótesis⁵⁴ "se apoya en un enorme número de experimentos y argumentos, aunque todavía no se logra producir la materia orgánica dentro de celdillas minerales". Entonces, su artículo de 1942, que fue su última publicación y apareció en la revista estadounidense Science, en el que informa que logró la síntesis de vestigios de almidón, de dos aminoácidos, de un producto de condensación de carácter proteínico y de glóbulos de pigmentos verdes, amarillos y rojos, parece ser la culminación de una búsqueda de más de cuarenta años. En cada una de sus publicaciones decía que sus imitaciones se aproximaban cada vez más al modelo real y que la síntesis de materia orgánica en su interior era cuestión sólo de hacer más experimentos.

El 17 de septiembre de 1942, Herrera murió de un síncope cardíaco. Dos meses antes, el 3 de julio, apareció su último artículo en Science. En esta publicación parece haber dado cima a sus ambiciones teóricas, parece haber encontrado, por fin, lo que había buscado infructuosamente durante tantos años. El artículo es muy breve, ocupa sólo una página. Enseguida transcribo los argumentos que son de mayor interés para el punto que estoy discutiendo⁵⁵ :

De las numerosas teorías que han sido propuestas para explicar origen de la vida casi todas son reconstrucciones hipotéticas basadas en consideraciones bioquímicas, pero carentes de apoyo de demostraciones de laboratorio que liguen las síntesis implicadas con la génesis de entidades estructurales específicas que simulan, tanto en apariencia como en conducta, formas ya conocidas para el biólogo.

Luego de explicar cómo prepara uno de sus artefactos más importantes, a los que da el nombre de colpoides, relata lo concerniente al otro artefacto más importante:

Sulfobios. Tomando como algo aceptado que el formaldehído es una etapa esencial en la actividad sintética de las plantas verdes, realicé un estudio metódico de la acción de los reactivos sobre la formalina. Los vapores del sulfuro de amonio, al actuar sobre capas finas de formalina, producen muchos de los aspectos estructurales del protoplasma. Ya que, de acuerdo con Pflugger, la vida se debe al cianógeno y sus derivados hasta llegar a las proteínas, decidí disolver tiocianato de amonio en formalina, extender el material en capas muy finas, y luego esperar varias horas antes de hacer observaciones microscópicas. He repetido este experimento, variando las condiciones, a lo largo de un período de diez años, obteniendo así miles y miles de estructuras microscópicas con actividades análogas a las de los organismos vivientes. Los productos químicos incluyen vestigios de almidón, al menos dos aminoácidos, un producto de condensación de carácter proteínico y glóbulos de pigmentos verdes, amarillos y rojos. Actualmente estoy estudiando estas últimas sustancias. No muestran rayas de absorción en el espectro, quizá por hallarse en cantidades tan pequeñas. Las estructuras observadas incluyen formas celulares, ameboides y tisulares de variedad infinita, que imitan virtualmente la totalidad del mundo microscópico. Se han registrado y publicado durante los últimos diez años más de 6 000 variedades, entre ellas las contrapartes de diatomeas, espermatogonia, esporas, cromosomas y astrosferas, divisiones directas y mitóticas, plasmodios, etc. He enviado a científicos e instituciones científicas del extranjero más de 900 especímenes preservados en bálsamo de Canadá y enviaré gustosamente muestras adicionales sin costo alguno a cualquier persona que lo solicite.

Recordemos ahora que es posible sintetizar el tiocianato usado en estos experimentos sublimando azufre en un matraz que contenga nítrato de amonio y carbono. Por sí solo, el azufre sublimado sobre un cristal frío produce infinidad de patrones celulares, en virtud de su polimorfismo molecular y de los estados alotrópicos resultantes. En vista de estos hechos, ¿no puede ser posible que las emanaciones de los volcanes -sulfurosas, ciánicas y amoniaca- les- hayan producido y continúen produciendo microorganismos por síntesis química? Me propongo estudiar los sublimados de las solfataras del Popocatepetl desde este punto de vista. El azufre está presente en casi todas las proteínas y en todos los organismos vivientes y por ello merece atención especial en cualquier teoría sobre el origen de la vida. Por supuesto, la teoría particular presentada aquí carece de confirmación. Para ello se requiere mucha investigación adicional, pero es una teoría que, hasta cierto punto, encuentra corroboración en el laboratorio. Es, en sí misma, un producto del método experimental.

Herrera concibe el origen de la vida como un acontecimiento tan sencillo que las emanaciones volcánicas podrían dar cuenta de él. No vé ninguna dificultad en que eso haya ocurrido para dar origen a las primeras criaturas vivientes y que luego, incluso hoy, siguiera produciéndose a lo largo del tiempo geológico.

Resulta extraño que en una publicación para una revista como Science, Herrera no diga en qué se basa para afirmar que se produjeron diversas sustancias orgánicas. ¿Por qué no informa sobre cuáles fueron las técnicas analíticas que lo llevaron a esa conclusión? Quizá nunca realizó los ensayos analíticos correspondientes, quizá sí lo hizo, pero decidió dejar para una publicación posterior ese tipo de datos.

Desde principios de siglo había señalado que debía investigarse la posible síntesis de materia orgánica en el interior de sus microestructuras. Cuarenta años después la halló, pero ¿realmente la halló o fue la culminación de un sueño que lo obsesionaba? Vale la pena investigar más el punto; por lo pronto quiero mencionar brevemente experimentos parecidos a los de Herrera que hacia los primeros años de este siglo realizó el bioquímico ruso A. Bach, pero no publicó sus resultados y se los comunicó personalmente a A. I. Oparin. En su libro publicado en ruso en 1936, traducido al inglés dos años más tarde -y que todo indica que Herrera leyó en la versión en inglés-, Oparin relata que a partir de una mezcla de formaldehído y cianuro de potasio en solución, después de un lapso de tiempo, Bach aisló una sustancia similar a la peptona, que tiene las propiedades de las proteínas más simples. Asimismo, en estos experimentos, a través de la simple interacción del agua, el formaldehído y los iones CN, se produjo una sustancia similar a los compuestos presentes en las células vivas. Una vez que se la liberó de las impurezas por medio de diálisis, la sustancia así obtenida podía ser usada como sustrato en un medio nutriente para el cultivo de las bacterias responsables de la putrefacción⁵⁶. Desde el punto de vista químico, no hay duda de que en una mezcla como la de Herrera y Bach pueden formarse algunos compuestos orgánicos muy sencillos, pues tanto el formaldehído como el tiocianato son moléculas insaturadas con un gran potencial de reacción, que pueden reaccionar consigo mismas y sintetizar algunos polímeros diferentes en su estructura a los biológicos.

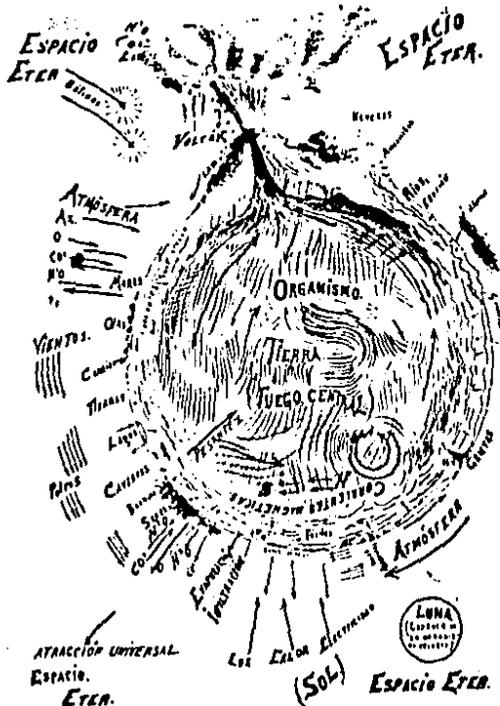
Orígenes múltiples de la vida. ¿Imitación o síntesis de la vida?

Aunque no planteó de manera tan explícita como Bastian la posibilidad de que la vida haya surgido y siga surgiendo de manera múltiple -quizá por su mayor conocimiento de la concepción darwiniana de ancestría común para todos los seres vivientes-, Herrera no distingue claramente entre el origen inicial de la vida y los orígenes subsecuentes. Parece creer que los organismos muy sencillos pueden formarse en cualquier momento, siempre y cuando existan las condiciones físicoquímicas y los materiales necesarios para producirlos.

Para él, comprender los fenómenos vitales significaba darles una explicación físicoquímica, mas afirma que⁵⁷ "mientras no se sintetice un ser nada seguro podrá decirse". Esto es, sólo la síntesis artificial de la vida podrá derrotar definitivamente a los planteamientos vitalistas. Esta tarea, que creo constituyó una búsqueda incesante para Herrera, adquiere así una base y un prestigio teóricos. Si la ciencia ha logrado revelar la estructura atómica de la materia y puede incluso conocer la química del infinito a través de la espectroscopía, ¿por qué no intentar crear en el laboratorio los minerales coloides más sencillos que habitan el planeta? Sólo la experimentación puede -- llevar a alcanzar ese ideal. En sus primeras publicaciones, Herrera reconoce que falta el apoyo experimental para muchas de sus ideas, pero en las que vinieron después argumentó que esa base experimental se la daban sus miles de experimentos.

// A pesar de su concepción panvitalista, afirma que en una célula lo único que está vivo es el protoplasma. Para entender la naturaleza de la vida no es necesario estudiar órganos complejos, ni siquiera toda la célula, basta con el protoplasma⁵⁸. No obstante, su creencia de que existe una unidad entre los fenómenos del macrocosmos y los del microcosmos lo lleva a concluir que las células con sus núcleos se parecen a las nebulosas, estrellas, constelaciones y cometas, que tendrían una forma similar a la de los protozoarios y otros microorganismos. Incluso, los cometas se dividirían como las células⁵⁹.

En las Nociones de biología y en otras publicaciones presenta un esquema de la Tierra considerada como organismo viviente, en el que se advierte claramente su pensamiento hilozoista:



/// Siguiendo a Sorel, quien afirmaba⁶⁰:

Si la biología es una ciencia exacta deberá admitirse que sus leyes son invariables y son hoy lo que siempre han sido. La física es independiente de la historia, sus leyes no encierran ningún elemento que dependa de la época.

Herrera defiende que⁶¹:

La generación espontánea tal vez tuvo lugar y tiene lugar aún en las tierras salinas o en las aguas saladas o minerales.

Le parece innegable la validez de esta proposición porque en las condiciones actuales de la Tierra⁶² "se están formando millones de celdillas, toneladas de albúmina y protoplasma, por medio de los elementos inorgánicos que las plantas absorben del aire, el agua y la tierra". Añade que⁶³ "En estos momentos nadie podría probar que no hay generación espontánea en las aguas saladas, en el mar, en los manantiales". Según su manera de pensar, no se ha logra

do encontrar la generación espontánea porque se ha buscado en condiciones artificiales (es decir, en medios formados por materia orgánica) y no en las naturales o en su imitación.

La explicación de Herrera no es evolucionista, no es histórica, supone que la vida surge en cualquier momento y en cualquier lugar de acuerdo con leyes naturales eternas e inmutables.

Para acercarse a las condiciones naturales deben hacerse experimentos con compuestos minerales⁶⁴:

Muchos años ha estado al sol un frasco con agua cargada de ácido carbónico, amoníaco y fosfato de sodio: no hemos observado la formación de ningún cuerpo u organismo.

Así pudo descartar la posibilidad de que las sustancias orgánicas se formen en ausencia de los seres vivos. Existe una fuerte contradicción en el pensamiento de Herrera: por un lado, defiende que todo está vivo, que los organismos obedecen las mismas leyes que el resto de la materia, pero, por el otro, la formación de los compuestos orgánicos sería monopolio exclusivo de las criaturas vivientes.

Concibe la división celular como un proceso simple determinado por las tracciones ejercidas por el protoplasma al absorber agua o ciertas sales y al cambiar las condiciones osmóticas. Además, como puede ser imitada con silicato de sodio, cloruro de calcio y solución de cera en éter, resulta ser una simple cuestión de consistencia y centros de resistencia⁶⁵.

Me parece casi seguro -incluso inevitable- que la imaginación, el deseo de ver las formas que se quiere reproducir, haya jugado un papel importante al trazar los esquemas de sus artefactos. Estos son llamados a veces artefactos o imitaciones, otras pseudorganismos u organismos. Como presiente que son resultados difíciles de creer, advierte⁶⁶:

Aconsejamos a los incrédulos que repitan estos experimentos antes de negar los hechos, que certifican numerosas microfotografías, enviadas a diversas academias.

(...)

En resumen, las imitaciones del protoplasma son cada día más semejantes al modelo natural, y las que se preparan con silicatos coloides son casi iguales a la materia viva, por su estructura y su poder de absorción.

Como "son cada día más semejantes", no resulta extraño que exista en él la confusión de si es o no válido pensar que están vivas.

La vida es un hecho físico, y como todo hecho físico debe seguir o - curriendo hoy su producción, "la generación espontánea continúa su obra"⁶⁷. Más que un proceso evolutivo, parece concebir, como Bonnet en el siglo XVIII, una especie de predestinación⁶⁸: "Teóricamente, no bastaría la eternidad, pa - ra que las cosas del Universo llegasen a la perfección infinita a que están - predestinadas".

Por supuesto, Herrera tiene claro que el planeta ha tenido una evo - lución, que se ha ido enfriando, que los mares se formaron por la precipita - ción del vapor de agua, y que hubo un momento en que la vida apareció en el - planeta por primera vez; mas no encuentra ninguna razón por la que eso tuviera que dejar de ocurrir después.

Darwin pudo concluir que la presencia actual de la vida impide que surjan nuevamente seres vivos a partir de la materia carente de vida -y Opa - rin planteará después por su propia cuenta lo mismo-, porque para él la apari - ción inicial de la vida requirió de la presencia previa de compuestos orgáni - cos sencillos. Herrera concibe la cuestión de otro modo, no cree que se re - quiera la presencia previa de materia orgánica y por eso hoy la vida puede se - quir apareciendo de novo, ya que las sustancias minerales existen por do - quier y no pueden agotarlas los microorganismos ya existentes.

Siguiendo a Lamarck y Haeckel, Herrera cree que todo organismo sen - cillo debe evolucionar hacia lo complejo, y que por ello los microorganismos actuales deben tener un origen reciente. Así, la vida tendría orígenes múlti - ples. Al discutir lo que llama "ley de la constancia de las formas sencillas", comenta⁶⁹:

Es difícil concebir la persistencia de los primeros organismos, des - pués de 30 a 80 millones de años. Quizá los muy sencillos que hoy - existen proceden de generaciones espontáneas (sic) posteriores.

Quienes conciben la evolución como algo necesario e inevitable, en - cuentran difícil explicar por qué hay todavía seres sencillos. También les re - sulta un problema la existencia de especies que no han cambiado a lo largo de

millones de años⁷⁰ : "Especies pancrónicas, de todos los tiempos. (Generaciones espontáneas sucesivas ?)".

No fue Herrera el único maravillado por la enorme semejanza de las precipitaciones de silicatos con los microorganismos. Para Renaudet, su traductor al francés, las imitaciones de Herrera significan que⁷¹ "los silicatos pueden vivir, incluso deben vivir, si se juzga por su extraordinario polimorfismo". A numerosos investigadores les llamó poderosamente la atención que en ciertas concentraciones de ácido silícico disuelto en agua se formen gelatinas. Este farmacéutico francés discutió también cuál es el valor de las analogías; cree que por lo menos en algunas de las imitaciones deben estar actuando los mismos factores que en los seres vivos.

La química plasmogénica de Herrera fue posibilitada por el ingente crecimiento de la química industrial (agrícola, biomédica, alimentos, etc.) en las postrimerías del siglo XIX. Las elaboraciones teóricas de la biocoloidología pueden considerarse parte de la etapa de surgimiento de la bioquímica y la biofísica. Claro está, esas elaboraciones han sido abandonadas, pero constituyeron la ganga de la que luego se decantaron las ideas hoy aceptadas.

Según Herrera, la vida puede basarse en muchos compuestos minerales y no en uno solo⁷²:

No es admisible la predestinación de un cuerpo determinado para la aparición de la vida. Debe haber diversos cuerpos gelatinosos (fosfatos, silicatos, alúminas) capaces de vivir; pero en las condiciones de la Tierra alguno de ellos debe formar más fácilmente los huevos inorgánicos. Sin embargo, esto no quiere decir que en el laboratorio o bajo ciertas otras condiciones la vida sea imposible para sus parientes más próximos (substituciones, magnesio en lugar de calcio, cloro en vez de hidrógeno).

En contraste con los albuministas, que restringen la capacidad de la vida a los compuestos orgánicos, Herrera la otorga a muchos compuestos inorgánicos. Así, para él la aparición de la vida es esencialmente un problema mineralógico y geológico⁷³, tan simple como la precipitación de sales.

Renaudet cree también en la posibilidad de generación espontánea -- hoy⁷⁴:

Puede ser que nuestro siglo llegará también a hechos de generación

espontánea durante nuestra época geológica; así, la observación nos mostrará, de manera más segura que la simple suposición, sobre el momento en que la "vida" aparece.

Según mi punto de vista, Herrera andaba buscando los reactivos y las condiciones adecuadas para producir en el laboratorio seres vivientes muy sencillos⁷⁵:

No se ha fabricado todavía [énfasis añadido] un ser vivo, pero se han acumulado los materiales del edificio y probablemente se fabricarán seres con reactivos diferentes ...

Por si hubiera duda de que malinterpreto el pensamiento de Herrera, escuchemos lo que dice de su trabajo experimental Renaudet. Según él, es injusto pensar que los experimentos de Alfonso L. Herrera son imitaciones de los de Butschli y Quincke, ya que⁷⁶:

...nada está más lejos de la verdad. El autor se propuso, desde su primera mezcla, suerte de Babel química -de los del primer Aethalium séptico- fabricar un organismo y no demostrar los detalles de estructura o teorías más o menos alambicadas.

Este compañero de viaje de Herrera ve claramente que es lo que éste busca con su febril labor experimental.

Según estos autores, los fenómenos de la vida celular deben ser explicados con base en simples fuerzas físicas y químicas: difusión, atracción y repulsión eléctricas, hidratación, solvatación, movimiento de iones, ósmosis, etc. Falta todavía mucho tiempo para que se llegue a la noción actual de que la física y la química biológica están mediadas por fenómenos específicamente biológicos, que las biomoléculas tienen una historia y que por ello la física química inorgánica es necesaria pero no suficiente para explicar la vida, puesto que aun siendo fenómenos físicos y químicos los que subyacen a la vida, están "historizados" o "modulados por una estructura con historia".

Herrera trató de ir mucho más allá de las tareas que se imponían los naturalistas mexicanos de su época: no se trata de describir y clasificar a los organismos, sino de descubrir explicaciones materialistas causales basadas en la experimentación. Quizá esta diferencia en las tareas de investigación --explique en parte la hostilidad con que fueron recibidas las investigaciones plasmogénicas de Herrera.

Según este último, la teoría de la evolución explicaba el origen de

todos los organismos mediante la evolución de seres microscópicos muy sencillos, pero ⁷⁷ "dejaba en la sombra, para no hostilizar más a la metafísica, el importantísimo problema de la evolución mineral". A Herrera no le preocupaban las concepciones teológicas sobre el origen de la vida, más bien atacarlas constituía un acicate para él.

Estaba profundamente preocupado por resaltar sus méritos y originalidad -que le eran negados en México- y buscaba, a la par, mostrar que en México es posible hacer ciencia que supera la extranjera. Aparte de la riqueza en recursos naturales de nuestro país, le parece que una de las causas que explican el nacimiento de la plasmogenia en México es que ⁷⁸:

...estamos relativamente alejados de los centros científicos extranjeros, de la ciencia oficial y de las somnolientas y ortodoxas academias, por cuyo motivo pensamos con una libertad casi absoluta, - por habernos instruido aisladamente y no llevar estereotipadas en nuestro cerebro ciertas máximas, recogidas respetuosamente de los labios de algunos profesores dogmáticos, que se han impuesto como - consejeros de la humanidad.

Sólo la experimentación -afirma- logrará que esa libertad no nos lleve al error y sí por el camino correcto. No tiene la menor duda sobre el status científico de su plasmogenia -ciencia experimental del origen del protoplasma-, ya que merece el nombre de ciencia porque estudia leyes y causas, proporciona la evidencia necesaria para sus hipótesis, tiene un objeto de estudio definido, sigue métodos lógicos y se basa en la observación y en la experimentación, se publican sus resultados en obras científicas, y sus adeptos son científicos, no gente inculta ajena a los laboratorios e institutos ⁷⁹.

La plasmogenia es la ciencia de la vida universal, la de las celdas y la del cosmos en su conjunto. Conforme Herrera va desarrollando sus planteamientos, su enfoque se va haciendo más cósmico, más general, incluso podría decirse que se va haciendo más "místico", en el sentido de que pretende estar penetrando los misterios más profundos del universo. Su plasmogenia no sólo es la ciencia que estudia el protoplasma universal, es decir el éter, sino también la ciencia unitaria que substituirá a la filosofía, que incorporará a todas las ciencias, que dará bases naturalistas a la moral, etc. Sus poemas revelan a un romántico racionalista, ferviente admirador de Víctor Hugo. Podría parecer imposible ser romántico y racionalista al mismo tiempo, pero Herrera sabía guardar estos equilibrios difíciles.

El sentido de sus experimentos se transparenta en sus propias declaraciones⁸⁰:

La plasmogénia.... estudia la generación espontánea en los cuerpos y medios naturales, en las rocas húmedas, detritus minerales y en el agua del mar o en el agua dulce, y las analogías que persigue progresarán hasta llegar a la identidad énfasis añadido, aunque mueran de espanto los vitalistas.

La luz proviene de los experimentos, porque supuestamente en su ejecución no hay ideas preconcebidas. La objetividad e imparcialidad de la plasmogénia se muestra en que ha realizado muchas experiencias que dan resultados negativos que ya se esperaban. La substancia de la ciencia son los hechos⁸¹:

... en los hechos deducidos de los experimentos, no hay tradición ni doctrinas obscurantistas: por esto es que, en el inmenso campo de las ciencias experimentales, los hechos triunfan y las palabras mueren.

En la ciencia positiva, los juicios a priori deben ser expulsados, para él no parecen depender los experimentos de una concepción teórica.

El afán experimental de Herrera también tocó la cuestión del origen del sistema planetario⁸²:

Es bien conocido el ingenioso experimento de Plateau que consiste en reproducir la formación hipotética de nuestro sistema solar por medio de gotas de aceite que giran en alcohol acuoso. Puede modificarse ventajosamente este experimento sometiendo a la acción del calor, en una cápsula metálica, 20 o 30 gramos de fósforo lúcido y 500 de aceite. Los vapores fosforescentes que representan la materia cósmica difusa, se escapan de la superficie líquida, difundiendo en el aire, que representa el éter, y afectan, en la oscuridad, admirables figuras de nebulosas planetarias, difusas o en torbellino, fijas o rotatorias, cometas, estrellas que cintilan rítmicamente errantes, que se deslizan; protuberancias y fáculas solares y aun masas resplandecientes en rotación o sujetas al vaivén que supuso al sol primitivo el astrónomo Faye, y que, por fin, se desgranaban o dividen en unidades pseudo-planetarias, apareciendo también, a cierta temperatura, figuras luminosas de celdillas nucleadas en movimiento, como para comprobar la unidad de origen del macrocosmos y el microcosmos.

Respecto a sus artefactos que imitan las celdillas se pregunta⁸³:

Estas células artificiales, que no sabemos alimentar, ¿viven o no viven? Lo ignoro aún, pero ya son nuestras y hemos de averiguarlo. Presentan maravillosas analogías con las naturales: dimensiones, forma, estructura, membrana, núcleo, granulaciones, transparencia, consistencia semilíquida, división espontánea por mitades, absorción de gases y ciertas sustancias colorantes, amoníaco o glucosa, seguida de su carbonización, si se calientan fuertemente. En pre-

sencia de las sales ferrosas adquieren una coloración verde como las plantas en general, expuestas a la luz, y no parece imposible que -- lleguen a fabricar la materia orgánica con aire, agua y sales.

Según Herrera, estas celdillas forman también facsímiles de embrio -- nes humanos en la primera semana de desarrollo, pero no están vivos, y no se co -- noce la manera de cultivarlos y provocar su desarrollo ulterior. Definitivamen -- te, Herrera parecía un "loco" con estas ideas y quizá no fueron del todo injus -- tificadas algunas de las reacciones de rechazo que provocó.

Considera la naturaleza una unidad indivisible, ya que todas las -- fuerzas se derivan de la gravitación universal, y por ello los fenómenos del ma -- crocosmos y microcosmos son los mismos. Así, los artefactos que sintetizaba po -- dían imitar órganos, tejidos, embriones, y muchas cosas más porque hay una uni -- dad de fuerzas en la naturaleza.

La atención de Herrera se centra en la forma de sus artefactos, más -- que en su composición química⁸⁴:

Leduc, formando semillas artificiales de ferrocianuros metálicos-si -- lílicos y poniéndolos en soluciones apropiadas, ha visto aparecer fi -- guras de plantas completas, pero aquí la censura pseudo-eclesiástica ha proclamado que se trata de simples aspectos, imitaciones casi sin importancia de la forma: olvidando que Cuvier, el pontífice de los -- vitalistas decía: la "forma de los seres es más importante que la ma -- teria de que están compuestos".

Me parece claro que Herrera no sólo pretendía imitar la forma, sino -- producir cosas vivas. La similitud morfológica significa no sólo que sean produc -- to de las mismas leyes, sino que deben estar casi vivas o lo estarán cuando se perfeccione la técnica.

La aparición de la vida es un proceso cósmico que se rige por los -- mismos principios y ocurre de la misma manera en todos los planetas⁸⁵:

Ley de las vidas planetarias. -- Cuando las condiciones fisicoquímicas de un planeta en vías de enfriamiento son favorables para la produc -- ción de falsas soluciones coloidales que contengan sales cristaliza -- bles, se formarán naturalmente cristales, esfero-cristales, copos, -- globoides, celdillas imperfectas y, por último, celdillas vivientes, evolucionando a través de los siglos, del Protococo al hombre, y o -- tros seres de organización muy compleja y aún más perfectos que el -- hombre.

Concibe la vida como algo extremadamente común en el universo, de lo

contrario parecería una cualidad metafísica o un atributo divino. Basta con polvo y agua para que se generen criaturas vivientes. En la época en que la química orgánica y la bioquímica están haciendo prodigiosos avances, Herrera regresa a planteamientos antiquísimos.

Como la naturaleza en su conjunto, y por ende los seres vivos, constituye una unidad, puede esperarse también que existan hombres en otros mundos. Al atacar lo que llamaba el error biocéntrico, Herrera se sitúa en el extremo o puesto, que es hasta cierto punto lo mismo, es decir, sigue siendo geocéntrico puesto que todo en cualquier lugar tiene que ser como aquí.

En la concepción de Herrera no existe la posibilidad de reconocer -- que existen diferencias cualitativas entre diferentes niveles de organización de la materia. Sin duda, el reduccionismo era necesario para atreverse a atacar la cuestión del origen de la vida, pero el reduccionismo llevado al extremo hace casi desaparecer el problema, puesto que todo parece estar vivo.

Concluye así su ensayo de 1911⁸⁶:

La naturaleza no es ya para nosotros una dualidad: todo vive en ella y no hay abismos entre los minerales y los seres animados. La plasmogénia representa la ciencia libre, experimental; el estudio del protoplasma, su origen y su vida, que será el objeto supremo de todas las ciencias. Seáme permitido, pues, dar libertad completa a un entusiasmo legítimo y concluir este imperfecto trabajo de demostración y análisis, del que sólo he podido leer un breve resumen, investigando si, después de tantos años de fría contemplación de la materia, a la que preguntaba desesperadamente: ¿vives o no vives?, puede haber en mi cerebro un efímero destello siquiera, de la imaginación febricitante de los idealistas líricos nacionales, nacidos tan cerca del -- sol, ascua de los cielos que les anima con sus rayos de fuego, para que puedan ser un día los heraldos de la libertad y la redención humanas ...

En su obra Biología y plasmogénia también aborda la cuestión de si la vida puede seguir apareciendo⁸⁷: "La plasmogénesis tal vez tuvo lugar y tiene lugar aún en la naturaleza". Considera que el origen de la vida en el universo es parte de la ley biogenética fundamental (más adelante analizaremos las ideas de Olga Lepeshinskaya y otros autores de los países socialistas en la época de Stalin que desarrollaron esto de manera sorprendente). Por lo pronto, escuchemos a Herrera⁸⁸:

... la cal, el ácido fosfórico, el fierro y otros elementos del ser

organizado se encuentran en cuerpos extraterrestres y la ley general biogenética debe manifestarse en todo el universo.

En estos momentos nadie podría probar que no hay heterogénesis en las aguas saladas, en el mar, en los manantiales, en ciertas infiltraciones, etc.

Puede concebir la posibilidad de sintetizar vida en el laboratorio porque⁸⁹ "las diferencias entre las actividades físico-químicas de las células vivientes actuales y las no vivientes son sólo de grado y no de esencia". Logró imitar las neuronas con silicato de sodio⁹⁰:

... los detalles de las celdillas donde se produce el pensamiento, pueden obtenerse con sustancias inorgánicas y por obra de las fuerzas conocidas. Se ignora hasta donde podrán llegar estos sencillos experimentos.

¿Hasta la síntesis artificial de los genes, como decía a Enrique -- Beltrán en una carta de 1926? (ver punto).

En Biología y plasmogénia aparece por primera vez -hasta donde conozco la extensa obra de Herrera- un interesante argumento sobre la relación entre las imitaciones, los seres vivos actuales y los seres vivos primordiales. Señala que se trata de sintetizar a los primeros seres vivientes y no a los actuales más simples. Establece, así, una diferencia importante entre los microorganismos contemporáneos y los primigenios⁹¹:

Forel, especialista en insectos de la familia de las hormigas, ha limitado a estas su horizonte mental, necesariamente pequeño, y critica a la plasmogénia, exigiéndole que fabrique celdillas vivientes dotadas de la herencia acumulada de millones de años. Es decir, pretende que fabriquemos el tiempo ...!

Pero no tiene razón alguna en sus críticas desde el momento en que no se trata de fabricar esa clase de celdillas sino las que deben aparecer, sin herencia alguna, en medios inorgánicos primitivos o actuales, bajo la influencia de fuerzas físico-químicas conocidas, lo que hemos llamado Protobios o primeras vidas y corresponden a las imitaciones logradas ya en los laboratorios. La herencia acumulada - vendrá lentamente. Y lejos de pretender la fabricación del óvulo que dio origen, por ejemplo, a un Claudio Bernard o un Newton, se intenta solamente reproducir las condiciones biogénicas del medio primitivo y formar elementos extraordinariamente sencillos.

La herencia existe ya, sin embargo, en imitaciones de celdillas que se dividen y cuyos segmentos heredan los caracteres del núcleo que los engendra, lo que se ve claramente en las celdillas fluorosilícicas, pero nunca tendrán una herencia de millones de años transcurridos en varias épocas geológicas.

En resumen, las imitaciones del protoplasma son cada día más semejantes al modelo natural, y las que se preparan con fluosilicatos son casi iguales a la materia viva, por su estructura, su poder de absor

ción y su segmentación. La hipótesis más probable acerca del origen de los primeros microbios es que se formaron mediante coloides minerales y sales, desprendimientos gaseosos y acciones fotoquímicas.

Reconoce que quiere fabricar celdillas primitivas no actuales, pero lo reconoce: el objetivo de su trabajo experimental es sintetizar protobios, - lo cual es posible tanto en medios inorgánicos primitivos como actuales. La distinción que hace entre células primitivas originales y las actuales más sencillas, es desarrollada de manera similar por Fox y Dose en su libro Molecular Evolution and the Origin of Life (esto lo analizaremos en el punto). Como Herrera dice que la herencia acumulada vendrá lentamente, parece aceptar que sus artefactos están muy cerca de la vida. Incluso, su idea de la "herencia rudimental" es muy interesante y se aproxima en cierto modo a los planteamientos del Oparin de 1924.

Quizá Herrera siguió experimentando con lo mismo año tras año, añadiendo números y dibujos a sus libros de laboratorio, porque esperaba que las imitaciones se aproximaran cada vez más al modelo natural hasta que fueran igual a él y comenzaran a vivir.

La supuesta "locura" de Herrera es simplemente un racionalismo desbordado que no acepta la existencia de misterios en la naturaleza e intenta demostrar sin lugar a dudas que la vida es un simple hecho físicoquímico. La síntesis artificial de vida es posible⁹² :

... ningún trabajo de plasmogenia ha obtenido hasta hoy la aceptación universal, ni la tendrá mientras domine el fanatismo, pues aunque se forme un ser vivo artificial, más adelante dirán que el hombre no ha hecho más que provocar la acción de leyes naturales dadas por Dios. Pero este sofisma se destruye en el acto recordando que las leyes de la naturaleza no son sino conjuntos de hechos, como la atracción universal, sin que esto quiera decir que hay una ley entendida como fuerza o acción que obligue a los cuerpos a la atracción. De manera que la producción de seres naturales o artificiales no es o será más que un conjunto de hechos consumados o reales, sin acción especial de una ley ejecutoria o actuante. Los cultos y fanatismos religiosos nacen y se perpetúan por la ignorancia y para la explotación de los pueblos.

Según Herrera, la religión ataca la plasmogenia porque⁹³ "formado el primer organismo artificial, sale sobrando el Creador y lo sustituye el laboratorio". El solo hecho de considerar posible la síntesis artificial de vida en el laboratorio demuestra que esto guiaba la experimentación de Herrera. Al mismo tiempo, esa síntesis sería la mejor prueba de la inexistencia de un creador.

Se queja de que⁹⁴ "el agnóstico Forel" le "exige la fabricación de células con herencia de millones de años (!)" Aquí está la clave: Herrera buscaba la síntesis de células sin esa herencia, de células originales o primitivas, pero aún así vivas. Que esta proposición no tiene nada de absurdo lo muestra la argumentación de Fox y Dose en Molecular Evolution and the Origin of Life, quienes discuten la posibilidad de que sus microesférulas tengan propiedades de los seres vivos primigenios.

Los experimentos de Herrera sobre la organización del metaformaldehído silíceo⁹⁵ "parecen tocar ya la puerta del éxito definitivo (Diciembre de 1924), haciendo provenir los primeros organismos de la acción fotosintética de los rayos ultravioletas del sol en presencia de coloides minerales y sales". ¿Qué entenderá Herrera por "éxito definitivo"? Quizá la síntesis artificial de un ser vivo sin herencia acumulada.

Julien Constantin escribió un libro titulado Origine de la vie sur le globe en el que rechaza la posibilidad de sintetizar vida, por lo que Herrera lo tacha de pesimista y añade⁹⁶:

Dice que los plasmogenistas son investigadores de la vanguardia, pero que "no hay nada notable por ahora en sus trabajos", lo que es contradictorio. Considera ridículo pronosticar que se fabricará un ser viviente.

Comenta positivamente el libro de H.F. Osborn The Origin and Evolution of Life (de sus planteamientos se hace un análisis en el punto), pero cree que no demuestra ni precisa nada⁹⁷. En cambio, Herrera trata de demostrar y precisar con miles de experimentos.

En La plasmogenia crítica nuevamente a Forel⁹⁸:

...Forel, especialista en hormigas, exige que fabriquemos células artificiales dotadas de la herencia de millones de años, que han sido necesarios en las eras geológicas pasadas para producir las células actuales. Es decir, que Forel quiere obligarnos a fabricar el tiempo, haciendo el problema irresoluble, lo que satisface a sus ideas de agnóstico recalcitrante. En efecto, el agnóstico hace profesión de ignorancia, declara inaccesible a la ciencia lo que la ciencia está estudiando. También Spencer y los positivistas dijeron que nunca se llegaría a esclarecer una causa primera y que jamás conoceríamos lo que era la materia.

Mientras que no se fabrique artificialmente la vida, el problema de su origen seguirá siendo irresoluble. Herrera está convencido de que la validez

de la plasmogenia puede demostrarse a través de su trabajo experimental. Por ello, con frecuencia comenta que⁹⁹ :

El archivo de demostración de la Plasmogenia biológica consiste en millares de preparaciones microscópicas fijas y macroscópicas, fotografías y microfotografías, registro de experimentos de nuestro laboratorio, que comprende 9 libros y cinco mil experimentos (febrero de 1925). Una fábrica alemana de productos químicos proporcionaba numerosas sustancias especialmente preparadas para el estudio de los cristales líquidos.

¿Hasta qué punto el desarrollo de ciertas líneas de investigación está determinado por las grandes compañías que fabrican instrumental de laboratorio, sustancias químicas, etc.? Creo que es una pregunta que valdría la pena hacerse en el caso de numerosas investigaciones, en particular de la escuela biocoloidológica. Muchos de sus trabajos parecen haber sido simplemente la descripción de fenómenos muy curiosos que se producían al analizar los cristales líquidos; muchas de sus descripciones parecer ser nada más que la puesta a prueba de un nuevo microscopio u otro instrumento de "observación", como los espectrofotómetros, los densitómetros, etc.

Cuando Herrera exponía de manera mesurada los objetivos de la plasmogenia no parecía que ambicionase sintetizar la vida¹⁰⁰ :

Se trata, para el naturalista, de imitar artificialmente las formas, las estructuras y las energías de la vida orgánica, comenzando énfasis añadido por las que corresponden a la vida orgánica elemental. Entendámonos bien. No se trata, a lo menos hasta el presente énfasis añadido, de fabricar organismos semejantes a los que se mueven a nuestro alrededor, sino sólo de poner en presencia cuerpos cuyas acciones recíprocas manifiestan fuerzas y producen morfologías semejantes a las fuerzas y morfologías de los organismos.

Sin embargo, aunque manifieste que se trata sólo de hallar fuerzas y morfologías semejantes a las de los organismos, no puede ocultar que el fin, por lo menos a largo plazo, ya que no en el presente, es la síntesis de formas vivientes muy sencillas.

El fisicalismo extremo de Herrera le impide entender la naturaleza de manera jerárquica. Ya que también el pensamiento es un hecho puramente físico, su raíz debe hallarse en la materia carente de vida¹⁰¹ :

Ácidos oleico, palmítico y esteárico, aisladamente o unidos, en el aceite puro de olivo. Disueltos en gasolina. Adicionando gotas de sosa cáustica disuelta. Se producen Colpoides y Ameboides, seres artificiales imperfectos que crecen, se reproducen, combaten, se devoran, parecen tener una psicología rudimental.

Tal como comentaba Herrera a Enrique Beltrán en una carta de abril - de 1926¹⁰²:

Cuando pueda prepara dos soluciones: gasolina 100, aceite de olivo - 50. Por otra parte: sosa 14 gramos, agua 100, rodamina para teñir jabón 1 gramo. Se disuelve en agua caliente. Se vierten gotas de la segunda solución en la gasolina, en caja de Petri, y se ve con microscopio. Aparecen infusorios artificiales que viven, que se chupan su savia con rabioso frenesí ... Mil fenómenos de tactismo y conciencia rudimental. Avisado a varias academias. Deses conocer su opinión sobre estos "Colpoides". Serán la ruina del vitalismo.

Dos meses después, Herrera seguía sorprendido por la forma y por las actividades de sus colpoides, pues escribía a Beltrán que¹⁰³:

Los colpoides tienen más importancia de lo que creíamos pues en ellos han aparecido a la vez la vida y la inteligencia, que creo se debe a corrientes eléctricas, pues la membrana debe ser aisladora o dieléctrica, y dentro de ella se está produciendo una reacción química, que debe depender de electricidad. Por allí se explicará el pensamiento y se harán genios artificiales, si no me engaño.

Solía atribuir la falta de resonancia de sus plantemientos -al menos no tan grande como él creía que merecían- a la "temible conspiración de las tinieblas", a la conspiración del silencio clerical. Esto no lo hacía perder su convicción en el valor de su obra y creía que había que esperar mejores tiempos.

Sus imitaciones tenían un propósito más elevado que poner en evidencia que en las células actúan las mismas fuerzas físicas y químicas que en el resto de la naturaleza. Supongo que no habría quien se atreviera a defender que Herrera hizo miles de experimentos por pura diversión, por ver qué pasaba al mezclar ciertas sustancias bajo ciertas condiciones. Sus experimentos constituían un acercamiento al origen de la vida, incluso parecían repetir ese origen¹⁰⁴:

... del conjunto de unos 5 000 experimentos, hechos durante muchos años en mi laboratorio, deduzco que nada es tan parecido a las células y primeros organismos monocelulares y Protobios como las imitaciones hechas con los fluorosilicatos inorgánicos y de una riqueza incomparable, pudiendo lavarse, fijarse, teñirse y conservarse en el bálsamo de Canadá como las células y los microorganismos naturales, hecho inesperado, imprevisto y sumamente desconsolador para el fanatismo. Si no es este el origen de la vida y hay que recurrir para explicarlo a la fotosíntesis, de todas maneras, las imitaciones inorgánicas representan la protesta de los hechos contra las fantasías creacionistas.

Su búsqueda de la fotosíntesis en el interior de las celdillas minerales también guardaba relación con la síntesis artificial de la vida¹⁰⁵: "la -

fotosíntesis ha producido grandes progresos, según se dice, y espera engendrar la vida de los seres primitivos". Para él la reconstrucción experimental de la célula y el origen de la vida son uno y el mismo problema¹⁰⁶:

... por medio de las sustancias más comunes en la naturaleza, ya no con productos artificiales y orgánicos, sino con el agua, el aire, - los polvos de las rocas, el bióxido de carbono y la fotosíntesis o - el formaldehído producido, lo que existe en un planeta cualquiera en vías de enfriamiento y consolidación. Precisando el problema: se requiere de una sustancia coloide, agua, sales, aire, medios naturales y no caldos esterilizados que no existían en el principio de la vida.

Herrera encontraba numerosas analogías entre sus artefactos y las - células vivientes¹⁰⁷:

Estas células artificiales presentan maravillosas analogías con las naturales: dimensiones microscópicas, forma, estructura, membrana, núcleo, granulaciones, transparencia, consistencia semilíquida, división espontánea por mitades, absorción de gases y ciertas sustancias colorantes, amoníaco, glucosa, seguida, si se quiere, de carbonización. En presencia de sales ferrosas adquieren una coloración - verde, como las plantas en general expuestas a la luz, y no parece imposible que lleguen a fabricar la materia orgánica con aire, agua, sales, etc. Les he dado el nombre de Protobius cosmicus. Las imitaciones con formaldehído participan del gran poder reaccional de esta sustancia y son lábiles y capaces de presentar mil combinaciones y variantes derivadas de la constitución atómica del formaldehído, considerado por Bayer y otros como base de la síntesis clorofiliana. En mi obra de "Mineralogía y Geología" ... he dicho cuáles - son las consecuencias de estos experimentos. Seguramente que la producción del formaldehído por reducción del bióxido de carbono del - aire y su organización por cristalización incompleta y polimerización y aun reducción de nitratos en presencia de coloides o de formaldehído activado, nos conducirán a una reproducción exacta de la célula viviente.

Así pues, los experimentos que comenzó en la segunda mitad de los -- veintes usando formaldehído era una manera de "ayudarle" a la naturaleza, tomando como punto de partida no el bióxido de carbono, sino una sustancia más compleja a partir de la cual podrían formarse luego otros compuestos orgánicos.

A. Dastre pensaba, como Herrera, que al reproducir en el laboratorio las condiciones en que apareció originalmente la vida, sería posible producir la artificialmente hoy¹⁰⁸:

Las circunstancias favorables para la aparición de los primeros seres parece que ocurrieron: únicamente en un pasado remoto, pero la - mayoría de los fisiologistas admiten que si conociéramos exactamente estas circunstancias y pudiéramos reproducirlas, podríamos esperar - también reproducir sus efectos. la creación de un ser viviente. for...

mado en todas sus partes, desarrollado a partir del reino inorgánico.

En una nota de pie de página, Herrera comenta¹⁰⁹ "Esto es lo que parece va a producir la fotosíntesis, por medio de los rayos ultravioletas".

En las descripciones que Herrera hace de sus colpoides hay una fascinación, una emoción por sus movimientos, que se acerca a una descripción poética, por el indudable papel que juega la imaginación y el deseo¹¹⁰:

Solución A.: Aceite de olivo, 50 centímetros cúbicos.- Gasolina, 100 centímetros cúbicos. Se disuelve.- Solución B.: Sosa cáustica, 14 -- gramos.- Agua, 100 gramos. Rodamina, un gramo. Se disuelve.- Se vierten gotas de B. en la caja de Petri puesta en la platina de un microscopio y que se ha llenado con solución A. Se ve con el menor aumento posible.

Al formarse una emulsión jabonosa cada glóbulo, que llamo 'colpoide' (de 'colpodo', infusorio), se envuelve en una membrana muy tenue de jabón, y a través de ella se producen corrientes osmóticas, penetrando fácilmente el aceite fluidificado por la gasolina. Y, lo que es sorprendente, los colpoides se buscan, combaten y se chupan unos a otros, extrayéndose parte de su contenido, como para alimentarse. Uno llega a encontrar a otro y parece besarle, recorrer su cuerpo vibrando, estremeciéndose, aumentando la velocidad de sus corrientes interiores al ejercer sus actos de vampirismo. Pero a su vez la víctima le roba lo que puede, a veces hasta pedazos de su cuerpo. Luego el parásito parece estar satisfecho; vase, retrocede, torna a la carga, se paraliza.

Frecuentemente muchos colpoides se asocian para chuparse por los puntos de contacto, deformándose por presión mutua y aun emitiendo una especie de trompa advenediza que entra rápidamente en el vecino y sale a poco. Se producen ondulaciones en las superficies de contacto y pasan de un colpoide a otro venitas líquidas de solución interior, como chispas eléctricas, sobre todo si unos glóbulos se preparan con sosa menos concentrada (7 por 100) y se tiñen de otro color. Uno de los colpoides se detiene de pronto al acercarse a una gota de solución de ácido acético, mostrando una ondulación en el borde y huyendo rápidamente de aquél líquido venenoso. A los pocos minutos todos se paralizan, pero vuelven a moverse aún después de algunas horas, si se agita la vasija, para librarlos de precipitados obstruccionistas.

Hemos obtenido por primera vez así en la ciencia, un microcosmo artificial pseudo-viviente, con apariencias estupendas de conciencia, voluntad, deseos, apetitos, quimiotactismos y tropismos, hambre, saciedad, parasitismo, combates, asociación, movimientos, pseudo-vida latente ... y todo debido a "vulgares corrientes osmóticas", y nunca podrá reponerse de este golpe mortal la vetusta metafísica. Perfeccionando este experimento, sujeto a una evolución acelerada, sin necesidad de los millones de años de la geología, llegaremos quizá a ver que estos colpoides sintetizan la materia orgánica como los seres autotróficos naturales, y quien sabe si algún día adquieran ciertas facultades y organización más complicada.

Arrebatar a Dios o a la naturaleza el poder de crear la vida significaría dar al hombre la misma estatura. Al lograrlo, Dios sería todavía más inútil. No serán los colpoides los artefactos en que Herrera "encuentra" la síntesis de materia orgánica, sino en los sulfobios, como ya vimos al analizar su artículo de 1942.

No hallo otra manera de interpretar la "obsesión experimental" de Herrera que suponiendo que estaba buscando la síntesis artificial de vida; no puedo creer que un investigador tan brillante y preparado como él hiciera todos esos experimentos por pura diversión o sólo para mostrar miles de veces que los fenómenos físicos y químicos son la base de la vida. Estaba tras algo inmensamente más valioso: reproducir en el laboratorio aceleradamente lo que la naturaleza hizo y hace más lentamente por sus propios medios.

Los corresponsales y admiradores de Herrera -y según parece también sus enemigos- tomaban al pie de la letra sus ideas, e incluso las llevaban más lejos. Del mismo modo que Renaudet afirmaba que las indagaciones de Herrera tenían por fin la creación artificial de la vida, el presidente de la Sociedad Española de Plasmogenia, el Dr. Krumm-Heller*, cree que los colpoides están realmente vivos¹¹¹:

Nosotros en España, creemos que los colpoides son verdaderos cólpo -
dos, y que la "causa causarum", la vida universal, encontró en esta fórmula y en muchas otras que da el sabio Herrera, un ambiente donde anidarse; de manera que nosotros particularmente y la mayor parte de los socios de España creemos que se puede ser plasmogenista sin ser antivitalista -como es rígidamente el señor Herrera-, puesto que los dos principios se complementan, quedando para nosotros evidentemente siempre un "ignorabimus" que pertenece siempre a la esfera del infinito y que con nuestro cerebro finito no podemos alcanzar.

Los hermanos Alberto y Alejandro Mary, con quienes Herrera estableció correspondencia en 1909, tenían un punto de vista muy similar al de este último. En La plasmogenia se incluye una historia de la misma escrita por Alejandro Mary, en la que dice¹¹³:

Evidentemente la vida no procede de la inercia, pero no existe mate-

* De él se dice en La plasmogenia¹¹² que fue defensor y propagandista de la plasmogenia, ex coronel médico militar, delegado del Consejo de Salubridad en Matamoros, luego jefe del Hospital Militar en Victoria, en el cual reunía a los médicos para hacer experiencias de plasmogenia. Más tarde, al prestar sus servicios en el cuerpo diplomático mexicano, dio una serie de conferencias sobre plasmogenia en Europa.

ria inerte: hay en lo inorgánico una vida inferior, latente, que se manifiesta de un modo obscuro y que sólo pide extenderse a la luz del sol. En 1908, observando con microscopio una mezcla de sulfato amónico impuro y ferrocianuro de potasio, vimos pequeñísimos cristales de sulfato ferroso que formaban pequeñas vesículas osmóticas verdosas, que crecían, brotaban, emitían finas prolongaciones, y cuya forma y modo de actividad variaban con la composición química y la concentración del medio.

Las publicaciones de Víctor Delfino, corresponsal de Herrera en Buenos Aires, hacían referencia también a la plasmogénia, los orígenes y la creación artificial de la vida¹¹⁴.

La relación que Herrera creyó que existía entre la forma de los cuerpos y la capacidad de vivir, lo condujo a defender el valor de la forma independientemente de que la composición fuera orgánica o inorgánica. Decía seguir a Cuvier en la importancia de la forma, aunque éste no hubiera aceptado jamás que la composición química fuera intrascendente. La concepción de Cuvier sobre la vida ponía el acento en la dinamicidad de los cuerpos vivientes¹¹⁵:

La vida es un torbellino continuo cuya dirección, por compleja que sea, permanece constante, así como el tipo de moléculas que por él son arrastradas, pero no permanecen constantes las moléculas individuales por sí mismas; al contrario, la materia actual del cuerpo viviente -- pronto no estará ya en él, y sin embargo es depositaria de la fuerza que hará que la materia futura marche en el mismo sentido que ella. Así, la forma de estos cuerpos les es más esencial que su materia, por que ésta cambia sin cesar, mientras que la otra se conserva.

Herrera está absolutamente convencido de que la vida reside en la forma y no en la composición química: considera como base de la vida todos los compuestos inorgánicos que producen formas similares a las de los microorganismos, y por ello rechaza los compuestos orgánicos que, según él, no se autoorganizan para dar formas similares a las de los seres vivos. La vida no reside en la materia porque ésta persiste, en cambio la forma, lo mismo que la vida, se pierde.

Dos compañeros teóricos de Herrera: Renaudet y Benedikt

El farmacéutico Georges Renaudet tradujo al francés el libro de Herrera aparecido en México en 1904 con el título de Nociones de Biología. La traducción se publicó en 1906 en Berlín y está precedida por un prefacio del médico M. Benedikt. En lo esencial, la obra en francés es la misma que en español, a excepción de que al final Herrera agrega los resultados de nuevos estudios que ha realizado en el último par de años. Así como se amplía y enriquece el contenido del libro, su título también cambia para reflejar el nuevo énfasis del biólogo mexicano en la cuestión del origen del protoplasma: Notions générales de biologie et de plasmogénie comparées.

Además de los nuevos estudios de Herrera, la obra es complementada por algunos ensayos de Renaudet y Benedikt. De acuerdo con la información que puede obtenerse del propio libro, ambos autores habían publicado previamente en México algunos artículos en las Memorias de la Sociedad Alzate. Así, la conexión entre ellos y Herrera debió de establecerse inicialmente por iniciativa de este último, quien probablemente les solicitó que enviaran para publicarlos en revistas mexicanas sus artículos. En correspondencia con este gesto de colaboración de Herrera y en reconocimiento del valor de su trabajo, Renaudet y Benedikt deben haber decidido publicar en francés el último libro de Herrera.

No está de más señalar que estas "conexiones internacionales" de Herrera no le proporcionaron en su país el reconocimiento que cabría esperar por parte de sus colegas. Quizá una razón de esta actitud sea que los contactos de Herrera provenían de grupos de científicos que a su vez estaban marginados dentro de sus propios países. Si se está marginado pero en otros lugares existen científicos que realizan investigaciones obedeciendo a la misma concepción, la búsqueda de intercambios parece muy deseable.

Mi interés en estos compañeros de Herrera no consiste en analizarlos por sí mismos, sino en utilizarlos como un contraste para entender a Herrera, para saber qué tan originales eran los puntos de vista de nuestro compatriota o en qué medida constituían posiciones de una escuela de pensamiento y por ello no atribuibles a un solo individuo. Al mismo tiempo, pretendo mostrar que las proposiciones y ambiciones teóricas de Herrera eran compartidas por científicos de los países más avanzados en el campo de la investigación científica, que no eran ideas disparatadas surgidas de la mente de un científico subdesarrollado, sino planteamientos compartidos por numerosos científicos de principios de siglo. En todo caso, el genio de Herrera consistió en tener el valor suficiente para mantener sus ideas a pesar de la oposición tan decidida que enfrentó.

Benedikt presenta al lector europeo a Herrera como un "eminente autor de morfogénesis" que ha logrado "encontrar formas muy análogas a las de los seres elementales" gracias a sus experimentos en el laboratorio. No se trata, sin embargo, de un mérito sin mácula:

... podría reprocharse a nuestro amigo Herrera que su rica fantasía lo haya seducido con frecuencia y llevado a conclusiones demasiado apresuradas. Según el proverbio francés, debe "perdonarse todo a los creadores", y Herrera es un innovador de primer orden. (Notions générales, 1906, p. X).

También el traductor ofrece una imagen de Herrera como un distinguido investigador: "Después de haber seguido con interés las investigaciones de nuestro condescendiente amigo ... le pedimos nos confiara la tarea de preparar la presente edición de sus Nociones de Biología ..." (ibid., p. XII). A nivel teó

rico comparten los puntos de vista fundamentales de Herrera, pero se distinguen de él, entre otras cosas, por el poco trabajo experimental que han realizado. Según parece, los partidarios de Herrera lo seguían porque creían que en él encarnaban los principios centrales de la ciencia contemporánea: la reducción de todos los procesos a su base físicoquímica, la experimentación como guía segura en la búsqueda de la verdad, la unificación de todas las causas en una sola o a lo más en unas cuantas, el manejo de la llamada "evidencia experimental" como criterio de prueba de las afirmaciones teóricas (de allí el papel tan importante que Herrera concedía a las preparaciones microscópicas, a las fotografías, a las "recetas" que proporcionaba para que cualquier persona conocedora de los vericuetos de la investigación pudiera formar por sí misma las microestructuras que lo fascinaban).

Renaudet considera a Herrera un investigador cuidadoso, a tal grado entregado a la búsqueda de la verdad que incluso ha criticado sus propias experiencias, y que además:

No ignora tampoco el peligro inminente de confundir analogías de estructura molecular, existentes entre todos los coloides, con similitudes absolutas que quizá no existen más que en una imaginación complaciente y preocupada sin cesar por el mismo tema ...
(ibid., pp. XII-XIII).

Por la forma en que Renaudet resume la concepción de Herrera, es posible advertir que en el primero había influido fuertemente Leduc, con su énfasis en los fenómenos de la ósmosis y la difusión. He aquí, pues, la versión de Renaudet sobre el pensamiento de Herrera:

Los organismos son las formas cadavéricas de las soluciones. Toda estructura es el resultado de la precipitación, coagulación o endurecimiento según las líneas de las corrientes osmóticas, las contracorrientes, las difusiones, los torbellinos. Sin líquidos en movimiento, toda estructura sería imposible. El líquido es el arquitecto de los organismos. Esta formación se observa, a la vista, en los silicatos inyectados o inoculados. La sílice se coagula sobre las líneas de difusión, y conserva la huella de los movimientos interiores de los líquidos. En el interior de líquidos teóricamente puros y en donde los movimientos no sean obstruidos por causas accidentales, aparecerán células perfectas bajo la influencia de las corrientes de difusión y de la ósmosis. Las paredes y los núcleos estarán formados por partículas coaguladas o endurecidas. Los cristales serían también, como ha dicho Von Schroen, la forma cadavérica de las soluciones. En cada punto de concentración máxima se formará una membrana, un aparato osmótico trabajado por la presión osmótica y las corrientes interiores. Según la resistencia de la membrana, se formarán glóbulos o cristales, por las líneas de plegamiento de esta membrana ...
(ibid., p. XIII).

Esta concepción de la causalidad como algo mecánico y totalmente reproducible en el laboratorio, es lo que llevó a Renaudet a afirmar que el trabajo de Herrera se distinguía del de otros por su voluntad indeclinable de producir artificialmente seres vivientes.

La claridad teórica de Herrera era menor que la de estos compañeros de viaje, pero compensaba tal carencia con su más que abundante trabajo experimental: muchas combinaciones de sustancias, muchas observaciones, pero muy poca teoría, muy poca claridad de qué se quiere obtener de lo que se está haciendo. Esta práctica empiricista en la ciencia es deudora del entendimiento cosificado de los llamados hechos, que se supone hablarán por sí solos, olvidando que es la teoría la que lleva a producir y a buscar unos hechos y no otros.

El anticlericalismo radical de Herrera no era compartido por sus partidarios de otros países. Sólo las peculiaridades del contexto social e histórico mexicano pueden explicar este rasgo exclusivo de Herrera. Quizá otros plasmogenistas eran igualmente ateos, pero no sentían la necesidad de decirlo frecuentemente en sus escritos. Para Herrera la Iglesia católica era uno de los enemigos fundamentales a combatir. Sin embargo, no estoy seguro de que fuera estrictamente ateo, ya que su pertenencia a la masonería deja abierto el espacio de la duda.

Según Renaudet "Nunca se ha podido formar nada con una sola substancia! El Creador (estamos obligados a designar con una palabra a una entidad filosófica) habría hecho entonces dos reactivos albuminoides: el ácido nucleínico y la nucleína?". Este farmacéutico defiende el punto de vista que caracterizó la concepción reduccionista de la vida: en cuanto a las fuerzas físicas y químicas implicadas, la formación de una célula es tan simple como la de un cristal.

Está convencido no sólo de que los silicatos pueden vivir, sino incluso de que deben vivir, a juzgar por su extraordinario polimorfismo. Añade que, no obstante los sorprendentes hallazgos realizados con los silicatos, éstos no son fáciles de manejar, pues para lograr la formación de estructuras interesantes se requiere de una gran pericia experimental y de un amplio conocimiento de los reactivos. Detrás de la formación de estructuras semejantes a las células y de los fenómenos dinámicos que en ellas se observan deben haber mecanismos todavía no descubiertos, muy posiblemente síntesis químicas entre los reactivos que se ponen en contacto. Así, es muy probable que mucho antes de que Herrera concluyera en 1942 que logró la síntesis de varias moléculas orgánicas tuviera la sospecha de que esas síntesis eran las responsables de que se formaran en el seno de soluciones inorgánicas microestructuras semejantes a células.

Al igual que Herrera, Renaudet concluye en un artículo de 1904 que la formación de las primeras albúminas debió haber estado asociada a los silicatos. La idea de un origen autotrófico de la vida, entonces, más que constituir una proposición de un solo investigador era una conclusión adoptada en general por todos los biocoloidólogos inorganicistas.

Dos textos de Renaudet y uno de Benedikt incluidos en las Notions générales fueron publicados previamente en México, seguramente a iniciativa de Herrera. Sería interesante poder estudiar con más detalle esta relación entre científicos europeos y un investigador periférico para establecer la forma en que se lograban esos vínculos y cuáles eran sus consecuencias para los participantes.

Para el médico vienés Benedikt, la aparición de la vida es un proceso tan simple como la precipitación de sales minerales. Sólo la observación directa en condiciones naturales o la prueba experimental en el laboratorio podrán servir de prueba definitiva sobre el modo en que surgió la vida, de allí que no dude de que pronto tendremos tal certeza: "Puede ser que nuestro siglo llegará también a hechos de generación espontánea durante nuestra época geológica; así la observación nos mostrará, de manera más segura que la simple suposición, sobre el momento en que la 'vida' aparece" (ibid., 243).

Le parece indudable que el mundo orgánico tuvo que surgir a partir del inorgánico, pero considera que lo fundamental sería conocer las transiciones. En el establecimiento de algunos de los eslabones de esa transición ha sido muy importante: que se desarrollara la teoría atómica hasta ser completada por las teorías moleculares constitucionales y estructurales; saber que los elementos químicos del mundo orgánico son los mismos que los del mundo mineral; debía ser conocida la forma elemental de todo organismo viviente, la célula; el protoplasma no debía ser considerado como una materia orgánica especial, como una substancia aparte en la naturaleza; el conocimiento de las propiedades de las soluciones, de las cristalizaciones, de las precipitaciones; la división y crecimiento de los cristales por intuscepción y no por aposición. Asimismo, consi

dera muy importante -y esto lo separa mucho de Herrera- la demostración de -- Wohler de la posibilidad de sintetizar materia orgánica a partir de la inorgánica. Sus afirmaciones son tan generales que casi cualquier cosa cabría dentro de ellas: "Tengo la convicción absoluta de que el mundo orgánico y la vida nacieron del mundo mineral dentro de masas de vesículas espumosas altamente organizadas" (Ibid., p. 254)..

La corriente de pensamiento en que se incluyen los plasmogenistas considera que los fenómenos de la vida deben ser explicados con base en simples -- fuerzas físicoquímicas: i usión, atracción y repulsión eléctricas, hidratación, solvatación, movimiento de iones, etc. Falta todavía mucho tiempo para que se llegue a la concepción actual -no compartida por todos los científicos, pero que juzgo más correcta- de que la física y la química biológica están mediadas por fenómenos específicamente biológicos, que las biomoléculas tienen una historia y que por ello la físicoquímica inorgánica no basta para explicar la vida, puesto que aun siendo fenómenos físicos y químicos los que subyacen a la vida están "historizados" o "modulados por una estructura con historia".

El interés que despertó entre los biólogos más próximos al pensamiento reduccionista el trabajo experimental de Leduc, se debió a que pensaban que las figuras de cariocinesis que producía utilizando tinta China revelaban el mecanismo de la división celular.

A diferencia de Herrera, Benedikt no atribuye la capacidad de vivir a toda la materia. Lo viviente tuvo que surgir bajo condiciones muy específicas y con una composición que combina tanto lo inorgánico como lo orgánico. Si bien lo inorgánico antecede necesariamente a lo orgánico, esto no implica que lo fundamental en las criaturas vivas sea la materia mineral, mientras que la orgánica sería mera substancia de reserva alimenticia y energética.

EL FONDO DE LOS PEQUEÑOS CHARCOS CON AGUA DE MAR ES CIERTAMENTE LA CUNA DE LA VIDA, EL HOGAR DE INCUBACION DE LAS SUBSTANCIAS ORGANICAS Y DE LOS SERES VIVOS; es una solución de substancias extremadamente numerosas y variadas; sobre la cual influencias diversas, disolución de las sales y de las rocas, evaporación superficial, introducción de agua dulce por los ríos y la lluvia, producen incesantemente diferencias de concentración, de donde resulta la producción de vesículas de Quincke, de células de Leduc; fenómenos de precipitación solidifican las paredes de estas células inorgánicas y cambian constantemente las condiciones de la difusión entre su contenido y su medio exterior, el que a su vez modifica incesantemente estas paredes. Las células situadas en la superficie son el sitio de intercambios gaseosos con la atmósfera, de donde resulta una suerte de respiración. (Ibid., p. 256)

Así pues, la difusión, simple u osmótica, sería la fuerza motriz tanto de las estructuras minerales que se forman en el laboratorio como de los seres vivientes El lugar de la síntesis de las primeras materias orgánicas tuvo que ser el interior de estructuras minerales, que Benedikt llama organoides:

Si en los laboratorios la adición de substancias orgánicas ejerce una influencia tan marcada sobre las formas organoides, así debió ocurrir también en la historia del mundo cuando, en la eterna metamorfosis de las substancias minerales, apareció la materia orgánica.

(Ibid., p. 157)

¿Tiene importancia saber si Herrera influyó en sus colegas extranjeros o si fue al revés? Sin duda, pero no sólo por buscar prioridades -que para el

análisis que aquí presento carecen de importancia-, sino sobre todo por encontrar cuáles fueron las interacciones entre estos científicos que defendían un punto de vista común. De acuerdo con Benedikt (ibid., p. 257), Herrera realizó una serie de experimentos con silicatos obedeciendo a una sugerencia de Renaudet. De tales experimentos -dice- se desprenden conclusiones fundamentales para la morfogénesis. Herrera -a su vez- proveyó a estos plasmogenistas europeos de numerosas evidencias experimentales dadas a conocer a través de la descripción de las estructuras microscópicas, de fotografías, de preparaciones microscópicas, etc.

Aunque Benedikt coincide con Herrera en que las sustancias orgánicas se formaron en el interior de matrices minerales, no parece considerar que éstas son ya vivientes y que por ello son capaces de producir moléculas orgánicas. Para Benedikt la síntesis de la urea a partir de compuestos inorgánicos de -- muestra que las sustancias orgánicas pueden formarse en ausencia de seres vivos, mientras que para Herrera sólo lo viviente es capaz de producirlas.

Al parecer, ni en su libro de 1904 (Nociones de biología) ni en los textos incluidos en el apéndice de este libro en su versión francesa, plantea Herrera claramente su idea del origen autotrófico de la vida. En cambio, Benedikt lo plantea con precisión, razón por la cual podría pensarse que Herrera tomó esta idea del médico vienés y luego la desarrolló hasta llegar al grado de atribuir el estatuto de viviente a una estructura puramente mineral.

He aquí el planteamiento de Benedikt:

... las sustancias orgánicas se presentan en masas microscópicas; este hecho sugiere la HIPOTESIS DE QUE LA SINTESIS DE ESTAS SUBSTANCIAS SE HACE DENTRO DE LAS VESICULAS O CELULAS INORGANICAS COMPLETAMENTE DESARROLLADAS. Esta hipótesis pierde mucho de su carácter hipotético cuando se recuerdan estas células inorgánicas tal como hemos aprendido a conocerlas, con sus paredes a través de las cuales se ejerce la ósmosis, sus nucleos, sus nucleolos, el desarrollo enorme de su superficie en un espacio restringido, sus tensiones superficiales complicadas, y cuando se considera que estas células respiran. Están en intercambio constante con la atmósfera, de donde absorben partículas, y en la cual liberan vapores e iones gaseosos. ESTO ES PARTICULARMENTE FAVORABLE PARA LA PRODUCCION DE LAS SUBSTANCIAS ORGANICAS QUE CONTIENEN LOS ELEMENTOS DEL AIRE.
(ibid., p. 259-250)

Sin embargo, Benedikt no parece concebir la formación de tales materias como una verdadera síntesis abiótica, ya que justifica su elaboración teórica defendiendo la necesaria anterioridad de las plantas respecto a los animales:

Podemos considerar como segura la ANTERIORIDAD DE LAS PLANTAS A LOS ANIMALES, A LOS CUALES ELLAS PROPORCIONABAN, DESDE EL ORIGEN, UN ALIMENTO YA ELABORADO.
El estudio de la fisiología vegetal nos instruirá sobre los procedimientos por los que la naturaleza hace las materias orgánicas con las materias minerales.
(ibid., p. 160)

Toda síntesis de compuestos orgánicos toma como modelo explicativo la fotosíntesis vegetal; por ello, Benedikt parece más próximo de la idea de que sólo lo vivo produce sustancias orgánicas que de la concepción de un origen abiótico de éstas.

Plasmogenia, homúnculo y eugenesia

Concibo la ligazón entre plasmogenia y eugenesia, en el pensamiento de Herrera, como formas de la ingeniería social, como una intervención humana en los procesos "naturales" para sujetarlos a nuestra voluntad. Así como la plasmogenia pretende la producción artificial de seres vivientes sin herencia acumulada, es decir, semejantes a las primeras criaturas que surgieron a partir de los minerales, el agua, el aire y la energía, y está asociada a la pretensión de prolongar la vida humana y resucitar a los muertos, la eugenesia intenta evitar la reproducción de aquellos que no se ajustan a -- las características humanas ideales, definidas desde una posición racista y clasista, e impulsar la reproducción de quienes sí cumplen con ellas. Estas son las dos caras de la eugenesia: exclusión e inclusión.

Dos de los corresponsales de Herrera, Israel Castellanos en la Habana y Víctor Delfino en Buenos Aires, se comprometieron con los movimientos eugenesistas de sus respectivos países. Aunque no he estudiado la cuestión en el nuestro, sospecho que su menor desarrollo en ^{el} se debe quizá al hecho de que ^{México} vivió en los años veintes y treinta una situación muy especial de irrupción de las masas en la vida social como consecuencia de la revolución. En estas condiciones, la eugenesia, que tiene siempre como blancos fundamentales a los obreros y campesinos, y a los indígenas en un contexto más racista que clasista, quizá no encontró suficientes defensores entre los profesionales de las ciencias de la salud (médicos, higienistas, psiquiatras, etc.), los especialistas en cuestiones legales (abogados, criminólogos, juristas, etc.) y los políticos. Además de que la legitimidad y fortaleza del Estado mexicano dependía de sus relaciones con los movimientos de masas. Por supuesto, esta sospecha requiere de un estudio profundo para tener derecho a ser considerada como una explicación. En todo caso, lo que me propongo en estas líneas es simplemente exponer la posible relación entre plasmogenia y eugenesia. Herrera prestó más atención a la fabricación de un homúnculo que al mejoramiento de las razas, es decir, se trataría no tanto de mejorar lo ya existente como de sintetizar algo nuevo.

Cuando Herrera cita el libro de A. Sartory La cellule (1923) caracteriza a este autor como "ENEMIGO APASIONADO DE LA PLASMOGENIA, COMO SE VE EN EL EPIGRAFE CITANDO A HERTWIG, QUIEN NIEGA LA POSIBILIDAD DE HACER UN HOMUNCULOS..."¹³⁵. Tal parece que Herrera sí creía en la posibilidad de tal síntesis. Es él mismo quien establece la relación entre la plasmogenia y la fabricación de un homúnculo.

En otra parte de la misma obra parece creer en la posibilidad de revivir: "Si por un procedimiento físico se pudiera revivir a uno de estos amables profesores, conociendo la fórmula electrónica de su organismo, y en el supuesto de -- que el hombre pudiera reconstruirla ..."¹³⁶. Si es posible intentar la fabricación de un homúnculo y resucitar a los muertos, mucho más sencillo será adoptar una serie de procedimientos eugenésicos que conduzcan gradualmente a la raza humana hacia el superhombre.

Del mismo modo que Herrera se defiende contra la acusación de que quiere fabricar seres vivos actuales señalando que se trata sólo de producir los que carecen de herencia acumulada, en el caso del homúnculo se trataría también de sintetizar los primordios: "La idea vulgar de la fabricación del homunculus es tá muy lejos de realizarse y debe comenzarse por reproducir los elementos his-tológicos y los seres rudimentales"¹³⁷. Aun así, la fabricación de las partes elementales es concebida como una parte del camino que habrá de recorrerse para producir el todo.

Cita con aprobación los trabajos de un tal J. Nageotte, quien habría logrado injertar en animales vivos fragmentos de tejidos muertos conservados en alcohol o éter. Esto demostraría, según Nageotte, que el volver a la vida es una propiedad general de la materia. Maravillado con los experimentos de cultivo de tejidos, Herrera cree en la posibilidad de tomar tejidos de un hombre -- muerto e injertarlos en uno vivo. Bien podría decirse que los trasplantes de órganos que hoy logra con éxito la medicina son deudores de una vieja tradición que procede tanto del hermetismo como de la ciencia, pues ambos se hermanaron en la añeja lucha humana contra la muerte.

Herrera creía que las imitaciones de los embriones humanos tenían que proseguir para alcanzar el éxito:

Las imitaciones fluorosilícicas, al agruparse en ciertas preparaciones, muestran facsímiles de embriones, aun de los humanos, en las primeras semanas de su desarrollo, y que han sido objeto de exageraciones e inexactitudes en la prensa no científica extranjera, pues son muy imperfectos TODAVIA [añado mayúsculas], no viven en el sentido habitual de esta palabra, y no se conoce la manera de cultivarlos y provocar su desarrollo ulterior¹³⁸.

Quizá en el futuro se logre hacerlos más perfectos e incluso cultivarlos y provocar algo parecido a un desarrollo embrionario, ya que si las causas de éste son puramente físicoquímicas deberán ser reproducibles en el laboratorio.

En su afán por defenderse de la acusación de que su plasmogenia es una ciencia ociosa, trató de mostrar que tiene utilidad en la medicina y la agricultura. A la medicina la llevará a comprender mejor las funciones vitales,

las enfermedades y quizá a vencer la muerte mediante la renovación de los tejidos. Algún día, la plasmogenia logrará vencer el hambre mediante la síntesis artificial de alimentos (para lo cual toma como modelo las síntesis de compuestos orgánicos realizadas en el laboratorio por Berthelot, Baly y otros), sustituyendo la incierta agricultura por la química orgánica. Estas pretensiones -- forman parte todavía de la ideología de los científicos, ya que la mayoría de las investigaciones suelen ser justificadas con el argumento de que ayudarán a resolver los problemas de la salud, la alimentación, la vivienda, el transporte y la educación, aun cuando estén muy alejadas de esos problemas.

Asimismo, la plasmogenia tiene la utilidad práctica de hacer realidad la creación de un homúnculo, pero sin recurrir a las potencias demoníacas como -- el Doctor Faustus:

La teoría del Homunculus ... no es ya una utopía: a nuestra vista se han formado figuras minerales de embriones humanos, muy imperfectos; y los procedimientos plasmogénicos permiten reconstruir aproximadamente las células cerebrales, los nidos del pensamiento ... ¹³⁹

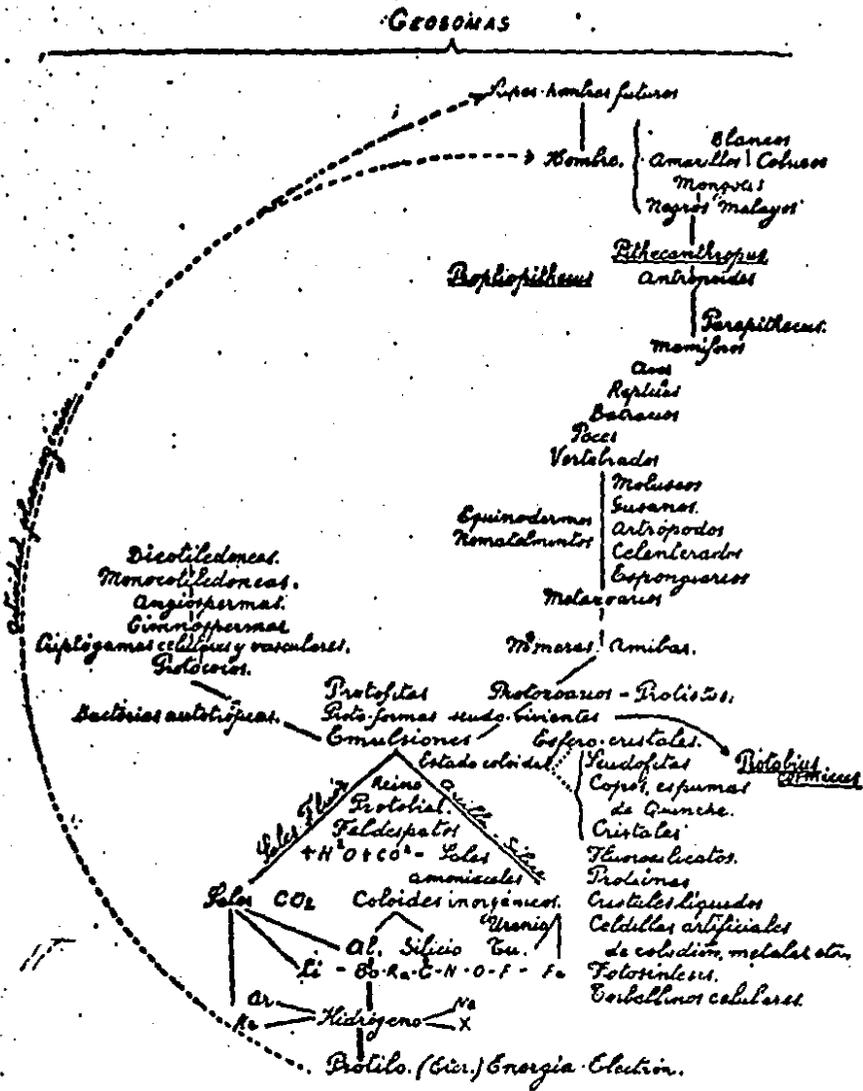
Concedía a las imitaciones de embriones humanos un lugar central en su -- plasmogenia, ya que las defiende repetidamente:

Como se tiende a poner en duda la preparación de facsímiles de em briones, diré que el procedimiento más sencillo para obtenerlos consiste en hacer obrar los vapores del ácido fluorhídrico sobre una gota de silicato siruposo de sodio. Dos o tres días después parecen (sic) colonias de pseudoembriones, de muy variado aspecto. Los fúnebres agoreros del retroceso, que desearían transformar en tristes pantanos los torrentes del pensamiento, deben demostrar que las causas físicoquímicas de la formación de estos em briones, son muy distintas de las llamadas 'causas vitales', que presiden a la formación de los embriones naturales ¹⁴⁰.

En la página 312 de La plasmogenia presenta el esquema que se reproduce en la página siguiente. La cadena de los seres es la concepción fundamental que le da sentido. Hay un ascenso lineal desde los electrones hasta el superhombre. Los seres humanos son clasificados de acuerdo con un criterio racista en que el negro y el blanco constituyen, respectivamente, el extremo inferior y el superior. Finalmente, el superhombre futuro corona esta ascensión; para alcanzar tal estatus la eugenesia será fundamental.

Para demostrar el origen animal del hombre, Herrera propuso, como otros investigadores de su época, hacer experimentos para formar un híbrido del mono y el hombre.

En 1933 se publicó en Valencia, España, un folleto de Herrera con el título de El híbrido del ^{hombre} y el ^{mono}, en la Colección Cuadernos de Cultura, en la que aparecieron también obras sobre el sindicalismo, la paternidad voluntaria, el teatro de masas, el jesuitismo y la masonería, el sexualismo re-



Evolución del Eter al Hombre. Según Herrera. Biología y Plasmogenia. 1924.

volucionario y el amor libre, cómo actuaban los bolcheviques en la clandestinidad ... Así, el escrito de Herrera se integra en este intento por defender una posición materialista, y política y sexualmente de avanzada.

Según Herrera, la naturaleza es el escenario del drama universal: "tragedia tremenda en donde el hombre representa solamente el papel de una de las innumerables víctimas, donde todo es desastre, dolor, angustia, injusticia, desorden ...!"¹⁴¹. Se refiere a la "multiplicación sin medida de la especie [humana] como algo "verdaderamente criminal y horrendo"¹⁴². Se propone demostrar por vía experimental nuestra unidad con los animales, y, por tanto, el origen bestial del hombre. A la vez, así quedaría demostrada la teoría de la evolución.

Sus ataques a la religión cristiana son violentos: "¿Qué mezquino resulta un dios-hombre que se deja matar sin defenderse ni protestar, por necio y paranoico, para salvarnos de un pecado original imaginario!"¹⁴³.

A pesar de que en diversos pasajes de otras obras alerta contra la inconveniencia de ciertos matrimonios que llevarían al deterioro de la raza, señala que "hay que mezclar las sangres, intentar la producción de nuevas razas para los usos científicos y económicos necesarios"¹⁴⁴. A sus ojos, el único problema moral que existe al usar al hombre como objeto experimental es el del coito entre humanos y monos: "¿Por qué no intentar el híbrido de una horrible mona chimpancé, gorila u orangután con un feo negro o un apuesto caballero por medio de la unión de sus gérmenes y no por inmorales y asquerosos contactos corporales que la ley castiga?"¹⁴⁵.

A través de la inseminación artificial podrá producirse no sólo un híbrido, sino quizá también una nueva especie. Herrera propuso la realización de tal experimento a científicos de los E.U. y varias notas suyas al respecto se publicaron fuera de México. En su folleto, transcribe diversas noticias aparecidas en los periódicos. En una de ellas, escrita por Howell S. England, publicada en 1928 en el boletín Evolution (Nueva York, 1928), éste comenta que "El último año me gané la activa colaboración del profesor A.L. Herrera, de México"¹⁴⁶.

Herrera presenta fotografías de monos y hombre y por superposición de las mismas predice cómo sería el híbrido. Se pone atención tanto a la estructura craneal y cerebral como a la fisonomía.

Cita un artículo de La Prensa (México, 1933), en que se dice que Herrera tiene años intentando tal cruce: "Sin embargo, el profesor Herrera no pudo llevar a cabo sus experimentos por falta de apoyo material". Y enseguida añade Herrera a esta cita "(Y porque unos ambiciosos se adueñaron del Parque Zoológico.-H.)"¹⁴⁷.

La mayor parte del folleto es simplemente la transcripción literal de noticias aparecidas en diferentes periódicos, complementada con referencias al trabajo de investigadores de diferentes países.

Le interesa destacar las referencias que se hacen a su propio trabajo. Con ese objeto, transcribe la noticia aparecida en el New York Mirror, diario de "Yanquilandia" (sic), en la que entre otras cosas se dice:

Y el profesor Alfonso L. Herrera, fundador y ex director del Parque Zoológico de México y ex director de Estudios Biológicos, combinando fotografías y dibujos de hombres y mujeres negros y de chimpancés, obtuvo una serie de retratos científicos que muestran cómo será probablemente el hombre mono, basado en las leyes relacionadas con el atavismo de Mendel.

El profesor Herrera cree que le faltará hablar al híbrido y no hará más que emitir sonidos guturales. Su inteligencia será superior a la del mono y probablemente no muy inferior a la que tienen los velludos aborígenes de Australia y las Hébridas. Puesto que las características salvajes son las predominantes, a causa de las mismas leyes del atavismo, lo más probable será que la bestia resulte más intratable que cualquiera de sus ascendientes ...

Será muy fuerte, de temperamento enérgico y más inteligente que el más listo de los monos; tendrá una nariz semi humana, pulgar deficiente en la mano y pulgar del pie en dirección diagonal, habilidad mental para manejar una maza o tirar una piedra¹⁴⁸.

Más adelante se afirma, en esta misma noticia, que "La ciencia ha establecido que el chimpancé es el mono más parecido a la raza blanca; el gorila, a la negra; el orangután, a la amarilla, y el gibón, al grupo albino europeo"¹⁴⁹

A pesar de que en un pasaje que cité líneas arriba Herrera afirma que la posible producción de nuevas razas responderá a los usos científicos y económicos necesarios, critica, con comentarios entre paréntesis, a quien lo propone abiertamente:

El finado profesor Hermann Klaatsch, de Berlín, tenía el proyecto de cruzar el gorila con ciertos nativos de África, para producir un robusto trabajador semihumano, al que después podría entrenarse para llevar a cabo rudas tareas. Por su inteligencia retardada, estos trabajadores podrían ser fácilmente esclavizados (me opongo, H.) y explotados (id.), de acuerdo con la teoría del doctor Klaatsch¹⁵⁰.

Sin embargo, a pesar de esas escuetas declaraciones, el biologicismo de Herrera aparece nítidamente: también él cree que los científicos tienen el aval para crear todo tipo de criaturas para usarlas en el trabajo productivo o como sujetos de experimentación (ya que su cercanía con la especie humana haría posible supuestamente estudiar las enfermedades venéreas).

En el apartado que comienza con el encabezado "Lamentable y criminal influencia de la Iglesia", se lanza a fondo:

LA IGLESIA SE OPONE CON TODAS SUS FUERZAS A LA TEORIA DE DARWIN, A LA PLASMOGENIA, A LA CRUZA DEL HOMBRE Y DEL MONO, A LOS MEDIOS ANTICONCEPCIONALES Y, EN GENERAL, A TODO PROGRESO DE LA CIENCIA QUE SEA ALTAMENTE BENEFICO PARA LA HUMANIDAD Y QUE A LA VEZ ATAQUE EL DOGMA BIBLICO. De esta manera, en nombre de Dios, la caridad y la virtud, se trabaja intensamente en contra del hombre, su vida, sus intereses, su salud, su inmortalidad, su dicha, y hasta su desaparición, que sería la mayor de las felicidades.

Lo que importa a la Iglesia es conservar los mitos productores de dinero, y ataca el proyecto del híbrido sin importarle los incalculables beneficios que puede proporcionar para la libertad del pensamiento, la curación o prevención de las más terribles enfermedades, como la sífilis, etc.

Respecto de la Plasmogenia, la Iglesia se opone a que se fabriquen los alimentos artificiales para evitar el hambre, los seres artificiales, para perfeccionar los naturales, tal vez hasta el superhombre, que sí podría existir en el caso de que fuese dichoso.

En conclusión: La Iglesia es el gran enemigo de la Humanidad, en nombre de Dios, retardando la ciencia, el progreso y la dicha de los creyentes, que, desgraciadamente, son la mayoría. Por lo mismo, la Iglesia es la traición en masa.

Ofrece un cielo que no existe, y destruye el cielo de la Ciencia, que sí existe!¹⁵¹

Sin duda, la posición anticlerical de Herrera debió provocar rechazo entre sus colegas nacionales y extranjeros, ya que la mayoría de los científicos han estado integrados a las estructuras sociales dominantes.

Recomienda, además de la pericia y la asepsia necesarias para que la inseminación artificial tenga éxito, que se espere "a que la mona esté en brama, con su flujo menstrual bien caracterizado. Se determinará previamente la dosis de vino necesaria para aletargar al animal, y fecundarlo, como se hace frecuentemente con mujeres embriagadas, sin llegar a una alcoholización excesiva y peligrosa, pues solamente se trata de evitar emociones y maltrato"¹⁵².

En conclusión, parece claro que la voluntad herreriana de intervenir -- "científicamente" para transformar a la especie humana tenía varias facetas: producción de homúnculos, mejoramiento eugenésico, producción de híbridos y nuevas razas, y producción del superhombre.

Cuando señala que la desaparición del hombre "sería la mayor de las felicidades", no es fácil establecer si con ello quiere decir que desaparecerá el hombre y será substituido por el superhombre o si se refiere sólo a la desaparición del hombre como especie. El tono anticlerical de Herrera no es suficiente para que logre desprenderse de la idea de que el hombre llegará a ser ángel.

La concepción filosófica, política y moral de Herrera

Los libros y artículos de Herrera expresan abiertamente la concepción del mundo de su autor. Esta se haya unida a tal grado con el trabajo experimental que resulta difícil separar -como exigen algunos historiadores de la ciencia- lo científico de lo ideológico. Esa dificultad -dirían para seguir manteniendo, en resumidas cuentas, la tesis de la pureza de lo real -mente científico- se debe a que la obra de Herrera todavía no alcanza el estatus de científica, sigue hundida en la pegagosa ideología. Si lo científico se definiera por la ausencia total de elementos ideológicos, entonces no existiría, en el mundo humano real, ninguna ciencia.

Para Herrera, la plasmogenia era la ciencia universal que lograría incorporar todos los avances científicos, articular una concepción filosófica sobre el cosmos y el sentido de la vida, así como producir una moral naturalista. La vida social sería -dentro de ese esquema- una parte más del orden natural, en el cual reina un determinismo absoluto y los individuos son meros autómatas sin ninguna responsabilidad moral:

No debe suponerse que aplaudo, [como supone el editor de su "La Filosofía Etérea"], las tendencias anarquistas; al contrario: proclamo el orden universal - como base del progreso. Esta filosofía es profundamente optimista, pues dando la vida a cuanto existe y conforme a la ley de la continuidad, la lucha, los sufrimientos, la perfección creciente pasaría de -- unos seres a otros, de unos mundos a otros por intermedio de los átomos o electrones. Sin embargo, después de unos seis años de estudios y meditaciones me inclino a una filosofía profundamente pesimista, puesto que el caos es eterno, todo está confundido, no se observa ningún plan ni resultado fijo en ninguna parte y hay que preguntarse si reina el desorden universal, no habiendo objeto último de las evoluciones o ciclos.¹²⁴

Posiblemente, su inclinación por una filosofía pesimista se debía en parte a las crecientes dificultades que le causaban sus enemigos, quienes a la postre acabarían por desplazarlo de la Dirección de Estudios Biológicos. Aunque usa términos que suenan muy modernos -átomos y electrones-, las ideas que defiende son tan viejas como estas palabras que la ciencia moderna revivió. El progreso es posible sólo mediante el orden, los cambios son evoluciones no revoluciones. El cambio violento que significó la revolución mexicana no parece haber dejado huella en su mente. Es interesante que Herrera abandone su optimismo lírico de años atrás y defienda ahora ideas pesimistas.

La plasmogenia:

...investiga las operaciones intelectuales, demuestra que los seres inferiores razonan, generalizan, comparan, inventan, sienten y aman, odian y evolucionan intelectualmente como nosotros, con diferencias de grado, pero no esenciales; admite la teoría de la herencia en el estudio de la razón pura; nos habla de la libertad, el hombre social, las relaciones de lo físico y lo social unificadas; acepta la lógica como disciplina y regla del conocimiento y utiliza sus métodos eternos; en Moral teórica y práctica es evolucionista y materialista y hace derivar la moral de la físicoquímica, proclamando la irresponsabilidad general, dentro del orden social necesario, puesto que todo en el hombre es físicoquímico y material. Derecho natural y economía política a base biológica y plasmogénica. Nociones de estética considerada como función de sistemas protoplásmicos.

(...)

La plasmogenia pertenece casi en su totalidad al positivismo, pero niega que se deban establecer límites a la ciencia, porque ya se llegó a varias cimas que consideraba Comte como inaccesibles; por ejemplo, naturaleza de la materia, composición de los astros. Se entrevé ya el origen natural de la vida¹²⁵.

Al reduccionismo fisicalista, auna el conservadurismo, la moral naturalista que niega la responsabilidad social de los sujetos y la afirmación de la inevitabilidad del orden social dominante, que sería tan necesario como la ley de la atracción gravitacional.

A pesar de esta exaltación del orden natural, afirma que "LA NATURALEZA ESTÁ ENFERMA DE LOCURA"¹²⁶; el mundo es una dualidad irreductible que oscila entre el orden inviolable y el caos apocalíptico. Por ello, la naturaleza acepta igualmente bien la noción de orden que la de locura, la de apego a las reglas que la de ruptura de las mismas.

El reduccionismo herreriano puede leerse desde abajo hacia arriba o desde la cumbre a la sima. Igual que todo puede ser explicado con base en los electrones, la plasmogenia también abarca la sociología y las leyes sociales deben extenderse a todo lo que existe, pues existe una fraternidad universal entre todas las cosas. El movimiento de los electrones puede dar cuenta de los más sublimes pensamientos humanos, pero para explicar bien ese movimiento deben considerarse las leyes sociales. Los seres humanos son como átomos sociales; en revancha, los átomos aman y odian.

Tampoco existe una diferencia fundamental entre la vida y la muerte:

Nacer y morir es sólo cambiar de forma: una transformación sin tregua, un cambio incesante de substancias, una circulación perpetua de la vida¹²⁷.

A Herrera le interesaban mucho las consecuencias sociales y filosóficas de la plasmogenia. Concuera con Comte en que la ciencia debe ser la nueva

religión de la humanidad y los científicos sus sacerdotes. El culto de la ciencia será la verdad: la verdad o la muerte.

La plasmogenia permitiría tener una visión global del cosmos en que nuestras penas y sufrimientos adquieren un sentido. La plasmogenia parece tener, por lo menos para su autor, una función de quietismo político o de consolación por las injusticias del mundo: no se puede luchar contra lo natural, nadie llora porque llueva o salga el sol. Todo en este mundo tiene un sentido: "...ningún esfuerzo humano será estéril, ninguna lágrima infecunda" ¹²⁸

Como la materia se halla presa de un flujo incesante, parece creer en algo semejante a la reencarnación, pero no de las almas sino de los -- cuerpos. Herrera fue uno de los miembros fundadores de la Asociación de la Vida Universal, un eco quizá de su participación en la masonería.

La ciencia puede explicar las preocupaciones humanas fundamentales, el sufrimiento, la muerte, la búsqueda de la felicidad:

... La renovación y circulación atómicas explican aun los grandes dolores, los sufrimientos al parecer injustos y crueles, si se traslada la noción de individualidad del ser organizado, a sus partes elementales, átomos y electrones (...) el nuevo ideal de la humanidad radica en el progreso de la ciencia, que llegará a una nueva forma de religión universal, experimental y consoladora, religión evolucionista, sin más templos que los observatorios y los laboratorios, sin más sacerdotes que los hombres de ciencia depurados de toda escoria atávica; religión sublime y práctica que no dejará morir al niño en la cuna; que agotará los manantiales del llanto y la desesperanza; que creará el superhombre, la humanidad nueva, llena de amor, de paz y de poesía, realizando el ensueño de una vida mejor a que todos aspiramos y cuyos caracteres cada día se alejan -- más de la leyenda y el cielo, para acercarse a la realidad, a la Tierra y a lo posible ¹²⁹.

El poder que el hombre alcanzará con la ciencia será tan grande que la felicidad está a la vuelta de la esquina; tendrá que luchar contra los procesos naturales que subyacen a la infelicidad.

Herrera se concibe a sí mismo como un sacerdote de esa religión de la humanidad que debe rendir tributo a la ciencia y a sus cultivadores. Siente que debe hacer llegar la luz de la plasmogenia con el mismo fervor y la misma tenacidad con que antes se difundía el cristianismo. Quizá esta autodefinición como cruzado de la religión de la ciencia explique en parte los "abusos" de lenguaje de Herrera, su vehemencia, su apasionamiento.

Así como el científico es hoy portavoz de la verdad revelada por la investigación experimental, del mismo modo la ciencia tiene también consecuencias morales que ayudan a mitigar nuestros dolores, a entender que somos parte de un todo universal que se transforma mediante la lucha:

... las leyes de la Plasmogénia permiten comprender que nuestras penas, trabajos y progresos están englobados en gigantescos procedimientos de evolución terrestre y -- aun astral; que las humanidades planetarias quedan sujetas a procedimientos educativos y punitivos, de lucha y exterminio, comparables a las que en humilde escala humana, se aplican a la infancia para preparar la felicidad de los adultos ... ¹³⁰

Como todo determinismo radical, el de Herrera también es fatalista y conformista; por supuesto, también universal:

Las humanidades jovianas, marcianas y aun neptunianas probables, lo mismo que la humanidad terrestre, pasarán por los períodos primitivos teológico, metafísico, positivo y, si no se me tacha de presuntuoso, plasmogénico, es decir, de generalización de la vida a todo lo que existe o exista¹³¹.

El amor no sólo es terrestre; la libertad también tendrá que ser universal en algún momento futuro. El determinismo universal hace que tanto la tiranía como la libertad sean etapas necesarias, y por ello inevitables, en el desarrollo del cosmos:

Las familias semiantropoides de los valles de Ciro, naturalmente problemáticas, de los planetas de este hermoso sol, obedecerán al patriarca, después al Jefe del Clán, -- después al cacique, al tirano, al monarca, a sus borbones y austriacos. Un día estallará la revolución y se cantarán marselesas sobre Bastillas, porque la tiranía no ha de ser sólo terrestre, sino mundial, universal, y a las monarquías carcomidas sucederán las repúblicas glorificadas, el socialismo templado por el amor, y al fin de la vida de cada planeta, el atavismo a la familia, el aparente retroceso a la ventura primitiva, al principio del ciclo, a lo que sería en la Tierra el estado paneuropeo o panamericano, y después el Estado Mundial.

(...)

En efecto, la historia de las civilizaciones es el resultado de factores universales; y las diferencias en detalles, fechas, accidentes, de un planeta a otro, no podrán jamás dislocar las leyes sublimes de la unidad de la naturaleza ... ¹³²

El pensamiento cíclico de Herrera es tan notable como su exclusión del azar en la historia del cosmos.

En un tiempo futuro el hombre está condenado a desaparecer o huirá "a otra región más apacible del infinito"¹³³. ¿Cuál será esa región?

En la misma línea del pensamiento cíclico y de la resurrección agrega: "El eterno retornar de Nietzsche no es una ley contingente. Es una ley fatal, y por eso se ha dicho que los muertos mandan"¹³⁴.

Herrera se defiende de sus detractores.

Las investigaciones de Herrera sobre el origen de la vida no parecen haber sido conocidas por otros pensadores que en la misma época trabajaban sobre la misma cuestión. Sólo Alexander comentó brevemente su obra¹¹⁶, sobre todo para presentar su propio punto de vista sobre las moleculobiontas. Hacia finales de la década de los treinta, tras la publicación en 1938 de la primera traducción al inglés de la teoría de Oparin, Herrera le escribió a este último y le envió algunas de sus preparaciones en que lograba imitar sorprendentemente bien a algunos microorganismos.

Si excluimos a los partidarios de Herrera, quizá ningún investigador analizó críticamente su teoría. Así, sus críticos fueron más bien detractores, preocupados más por descalificar que por hacer avanzar el campo de investigación en cuestión. Por ello, la reacción de Herrera fue casi siempre violenta. Es sobre todo a partir de Biología y plasmogenia (1924), pero sobre todo de La plasmogenia (1926), cuando empieza su autodefensa. En los textos anteriores nunca hace una defensa tan decidida de su punto de vista, quizá porque sus enemigos nacionales todavía no habían alcanzado el suficiente poder como para atacarlo tan abierta y despiadadamente como lo hicieron después.

Como han mostrado las investigaciones sobre la recepción que merecieron las teorías de Lamarck y Darwin en sus respectivos contextos históricos y sociales, la actitud de los innovadores ante sus críticos juega un papel importante en lograr que la teoría sea aceptada. Las críticas que no son respondidas desacreditan al nuevo punto de vista. Mientras que Lamarck no logró responder satisfactoriamente a sus impugnadores, Darwin no sólo pudo hacerlo, sino que desde la primera edición de El origen refutó por adelantado innumerables objeciones que sabía suscitaría su teoría. En las ediciones posteriores de la misma obra, tomó en cuenta las objeciones de mayor peso e intentó resolverlas.

Si la actitud de quien propone un nuevo punto de vista es simplemente desdeñar las críticas como intrascendentes, se cierra a tal grado que impide se abra un espacio de discusión a través del cual la teoría puede incluso ser conocida por un público cada vez más amplio. Si todo cuestionamiento es considerado producto de la mala voluntad será imposible afinar el planteamiento y hacerlo más aceptable. Si, por el contrario, se tiene la capacidad de incorporar las críticas, aceptar puntos débiles y destacar los más sólidos, se logra establecer vínculos con los demás investigadores, que perciben así la nueva teoría no como un planteo petrificado sino como un pensamiento

en desarrollo y que como tal es susceptible de alcanzar posteriormente mayor profundidad y exactitud.

Infortunadamente, las críticas de que la teoría herreriana fue objeto no podían recibir respuestas medidas. Se trataba más que nada de una discusión en que estaba en juego la seriedad científica de Herrera, ya que sus enemigos nacionales lo describían como un loco.

En general, Herrera reaccionó violentamente ante sus críticos. No distinguió entre las críticas hechas con el afán de ridiculizar su teoría - que fueron las más - y aquellas que atacaban puntos débiles de la misma, que fueron las menos. Como estaba convencido de la veracidad de sus ideas, solía atribuir las objeciones a una conspiración oscurantista, clerical, contra la posibilidad de explicar materialistamente el origen de la vida.

En México, sus enemigos políticos lo atacaron no con las armas de la crítica racional, sino con la calumnia. Tarea en la que parecen haber tenido cierto éxito. Herrera les responde así:

Intencionalmente, no reproduzo aquí los insultos, burlas, sandeces y disparates que se han publicado contra nosotros, porque sólo merecen el más profundo desprecio y provienen de CAZADORES DE EMPLEOS, que no se toman en consideración, por su carácter de negociantes, no siendo hombres de ciencia.

Pero sí debo insistir en que los ataques a la Plasmogénia se deben única y exclusivamente al fanatismo religioso y no se explica de otro modo que la llamada ciencia se niegue a recibir hechos, a ver preparaciones microscópicas, teniendo, en cambio, premios y apoteosis para un Fabre, que calumnia a los infelices insectos en nombre de la creencia católica; aplaudiendo a todo el que vende su conciencia a los gobiernos reaccionarios y esconde la vergüenza en el abismo de la ignominia, enseñando lo contrario de lo que piensa. Cobardes explotadores, engañadores de la juventud estudiosa y que les sirve de ciego instrumento para propagar el error y la mentira. Algún día serán desenmascarados, sus propias armas se volverán contra ellos y sufrirán el terrible dolor de que la verdadera ciencia les escupa el rostro, al brillar la nueva aurora de la verdad experimental y demostrada, con sus grandiosos esplendores.

Ellos mismos, en el silencio, en la meditación inevitable de la noche, sentirán los más horribles remordimientos, se inspirarán asco a sí mismos y morirán en la oscuridad y el desprecio de todos¹¹⁷.

Seguramente, ésta no era la mejor manera de defender su teoría, pues caía en el mismo terreno que sus enemigos. Al igual que Colón, Harvey y Lamarck - con quienes se identifica -, se cree víctima del escarnio, pero está seguro de que la historia lo reivindicará.

En otras ocasiones, señala que las dificultades del problema que aborda requieren de una crítica bien intencionada:

Espero que la crítica sana y noble sea benévola, puesto que este libro no tiene ninguna pretensión de infalibilidad pontificia y su Jodivina, y que mis modestas investigaciones se han proseguido en medio de las mayores dificultades: la obscuridad del asunto, mi insuficiencia, la falta de elementos de laboratorio, la guerra encarnizada de los dogmas científicos y religiosos, exagerados porque se trata de penetrar en el terreno sagrado de la creación bíblica y de las doctrinas pasteurianas¹¹⁸.

Comenta que sus "enemigos políticos y personales, que intentaban apoderarse de la Dirección de Estudios Biológicos"¹¹⁹, en su afán por descalificar a la plasmogenia han descendido al nivel de los usureros y traficantes de mala ley. Considera que los errores de su teoría no se deben sólo a él, sino también a las condiciones adversas en que ha tenido que desarrollarla y se queja "de los que lejos de auxiliarnos con su saber y su experiencia, sus recursos y su atención, nos han atacado vilmente, Jesuísticamente, no por convicción, sino por recibir un puñado de monedas, ínfimo precio de sus despreciables conciencias ...!"¹²⁰.

A pesar de los sinsabores que ha padecido está convencido de que le basta "la íntima recompensa de haber investigado la verdad, objeto supremo de nuestra vida" .

A Herrera no le pasa siquiera por la mente la posibilidad de que sus ideas estén "equivocadas", al menos en parte, y que ello motive su rechazo. Todas las críticas que le dirigen las concibe como parte de una conspiración y de un rechazo motivados por el dogmatismo y el encono de sus enemigos personales. En estas condiciones, una teoría no puede desarrollarse para superar sus deficiencias, pues toda crítica constituye un ataque que amenaza la integridad de la misma y la posición de quien la sustenta.

Se escucha la voz de un hombre amargado, que no ha podido coronar con el éxito sus ambiciosos proyectos de investigación y que ante el rechazo y la indiferencia se refugia en la autosatisfacción del sabio que busca desinteresadamente la verdad. Mas no tan desinteresadamente como para no amargarse por haber fracasado y no haber alcanzado el reconocimiento y la consagración por parte del mundo de la ciencia. Herrera clamó por un imposible juicio imparcial de la plasmogenia.

Mis críticos -decía- son de dos tipos: clericales y enemigos personales.

Los segundos pertenecen a una clase muy especial: al triunfar la revolución maderista, que sacudió a México hasta

sus cimientos, fui llamado para reconcentrar tres instituciones oficiales biológicas en una sola, una medida de orden y economía. Los individuos que estaban duplicando los gastos, haciendo lo mismo en tres centros de tendencias iguales, fueron lesionados profundamente en sus intereses personales y organizaron un ataque obstinado contra mí, en la prensa, en las Cámaras Legislativas ... Especialmente los empleados médicos del ex Instituto Médico, donde hoy se encuentra mi laboratorio y las oficinas de la Dirección de Estudios Biológicos, en la Calle de Balderas 94, encabezados por un personaje intrigante, atacaron sin descanso a la plasmogénia, como puede verse en las publicaciones médicas de 1915 a 1923, creyendo que arrojarían así un estigma de desconfianza y aún de sarcasmo hacia mí, para que yo fuera separado del cargo de Director de Estudios Biológicos y volvieran así a sus prebendas¹²².

Posiblemente, además de las razones políticas (la lucha por el poder institucional), los detractores de Herrera tenían también cuestionamientos teóricos. No es por casualidad que la mayoría de ellos son médicos. Aquí coinciden las razones políticas (ya que con la fundación en 1915 de la Dirección de Estudios Biológicos desapareció el Instituto Médico Nacional) con las teóricas. La preocupación por el fenómeno de la vida forma parte de la profesión médica, sólo así puede darse sentido a la batalla contra la enfermedad y la muerte. A los ojos de los médicos, el trabajo de Herrera sonaba a generación espontánea. Para la medicina el abandono de esta creencia significó un enorme avance, pues no sólo se forjó una teoría coherente sobre las causas de las enfermedades, sino surgió la práctica de la esterilización de los utensilios médicos y de los alimentos. En Inglaterra, fueron los médicos los que más se opusieron a los planteamientos de Bastian, un médico que se había perdido en el intrincado camino de la investigación hasta llegar a defender apasionadamente la herética creencia de la generación espontánea. En términos generales, puede decirse que los químicos y los físicos han encontrado menos dificultades en aceptar la posibilidad de la producción artificial de vida.

Por otra parte, las investigaciones de Herrera fueron tachadas de inútiles, de no conducir a ningún avance que beneficiara al país. Había que hacer biología aplicada, no dedicarse a realizar experimentos que parecían divertimentos del espíritu. A decir verdad, muchos de los que clamaban por una biología aplicada contribuyeron menos que Herrera al crecimiento de la ciencia nacional. También se asociaba con él la imagen de un científico diletante, que hace experimentos nada más para ver qué pasa. Sus propios partidarios afirmaban que Herrera comenzó sus investigaciones plasmogénicas casi por una casualidad feliz. Según Alberto Mary, el punto de partida fue:

Un día un pintor abandona en su estudio del Museo un plato con barniz Vibert y al caer gotas de éste en agua giran im pulsadas por el desprendimiento del éter amílico que contienen, remedando el aspecto de un infusorio. No necesita más para orientar sus trabajos ... Aislado de las influencias sociales, adquiere libremente el vuelo¹²³.

NOTAS

1. Enrique Beltrán puede ser considerado, en más de un sentido, continuador de la obra de Alfonso L. Herrera. Aunque no se interesó directamente por la plasmogenia, debido a su vocación por la protozoología y a su escaso interés por la química, compartió abiertamente el enfoque materialista y ateo de Herrera. Al igual que éste, ha defendido la necesidad de que la biología sea enseñada como una disciplina que trata de los procesos generales de los seres vivos, más que de detalles concernientes a plantas y animales; Beltrán ha dedicado -- gran parte de su vida profesional al estudio de las cuestiones relacionadas -- con la conservación de los recursos naturales renovables, problemática que también interesó a Herrera.

Sin duda, tenemos una deuda de gratitud con Beltrán por lo mucho -- que ha hecho para dar a conocer el pensamiento de Herrera, y por permitir el -- acceso a la rica documentación que posee al respecto.

Los principales trabajos que ha publicado sobre Herrera son: "Alfonso L. Herrera: un hombre y una época", Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Vol III Nos. 1-4 (diciembre, 1942), pp. 201-210; "Datos y documentos para la historia de las ciencias naturales en México.-II. Correspondencia de Alfredo Duges con Alfonso L. Herrera (1888-1893)", Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Tomo VI Nos. 1-2 (junio, 1945), pp. 99-106; "Alfonso L. Herrera (1868-1942): primera figura de la biología mexicana", Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Tomo XXIX (diciembre, 1968), pp. 37-111; "Alfonso L. Herrera: un pionero mexicano en el campo de la biopoyesis", en A. Lazcano y A. Barrera (eds.), El origen de la vida. Sympósiu conmemorativo en homenaje a Alexander Ivanovich Oparin. (México: UNAM, 1978, pp. 49-60).

2. Carlos del Río E. "Alfonso L. Herrera: la teoría sulfocianica del origen de la vida y la plasmogenia", en A. Lazcano y A. Barrera (eds.), op. cit., pp. 61-75.

También agradezco a este investigador haberme proporcionado algunos materiales originales de Herrera.

3. Entre ellos se cuentan A. I. Oparin y Sidney W. Fox. El primero dedica más de una página a analizar las ideas de Herrera sobre el origen de la vida, de su libro escrito en 1957 El origen de la vida sobre la Tierra (Madrid: Tecnós, 1970). El segundo, en colaboración con K. Dose, en su obra Molecular evolution and the origin of life (New York: Marcel Dekker Inc., 1977), pone casi en el mismo plano las contribuciones de Oparin y Herrera.

Muchos otros investigadores extranjeros han comentado la concepción de Herrera sobre el origen de la vida, e incluso algunos han repetido sus experimentos, por ejemplo:

4. Analizo esta cuestión con más detalle en "El origen de la vida: ¿problema antiguo o reciente", en M. Artís et al. (comps.), Homenaje a Oparin. (México: UAM, 1983, pp. 221-247).

5. En el libro previamente citado de Oparin se presenta ampliamente argumentada esta posición.

6. J. B. Lamarck. Zoological philosophy. (New York: Hafner Publ. Co., 1963, p. X). La edición original de esta obra es de 1809.
7. Ibid. p.
8. Ibid. p.
9. Ibid. p. 264.
10. C. Darwin. El origen de las especies. Tomo II. (México: UNAM, 1972, p. 112). Esta traducción al español se hizo de la sexta edición en inglés publicada en 1872.
11. Citada en M. Calvin. Chemical Evolution. (New York: Oxford University Press, 1969, p. 4).
12. Ch. Darwin. On the origin of species by means of natural selection. A facsimile of the first edition. (Cambridge: Harvard University Press, 1964, p. 411). a primera edición de El origen se publicó en 1859.
13. C. Darwin, op. cit., Tomo II, pp. 286-287.
14. H. Spencer. Principles of Biology. Vol I. (New York: D. Appleton and Co., 1866, p. 480)
15. Ibid. p. 480.
16. E. Haeckel. Historia de la creación de los seres organizados según las leyes naturales. Tomo primero. (Valencia: Casa Editorial F. Sempere y Cía., 19 p.327). La edición original de esta obra es de 1868.
17. Ibid. pp. 328-329.
18. Ibid. p. 330.
19. Ibid. Tomo segundo, p. 41 y p. 43.
20. Ibid. p. 44
21. Ibid. pp. 71 y 74.
22. P. F. Rehbock. "Huxley, Haeckel, and the oceanographers: the case of Bathypius haeckelii". Isis Vol. 66 (1975), pp. 504-533
23. Ibid. p. 505.
24. H. Ch. Bastian. L'origine de la vie. (París: A. Maloine Libraire-Editeur, 1913, p. 6). La edición original en inglés se publicó tres años antes que esta traducción al francés.
25. Ibid. p. 6.

26. Ibid. pp. 7-8.
27. Ibid. p. 8.
28. Ibid. p. 12.
29. Alfonso L. Herrera. "Discurso de Inauguración de la Dirección de Estudios Biológicos". Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos, Tomo I, Núm. 1, 1915, p. 8.
30. Alfonso L. Herrera. Biología y plasmogenia. (México: Herrero Hermanos, 1924, p. 13).
31. E. Beltrán (1968), op. cit., p. 54.
32. A. L. Herrera, "Discurso ...", op. cit., p. 6.
33. Ibid., p. 7
34. A.L. Herrera (1924), op. cit.
35. J.D. Bernal. The origin of life. (Cleveland: The World Publ. Co., 1967, p. 237).
36. A. L. Herrera. Nociones de biología. (México: Imprenta de la Sec de Fomento, 1904, p. 71).
37. A. L. Herrera. La plasmogenia. (Barcelona: Casa Edit. Maucci, 1926, p. 406)
38. Ibid., p. 412
39. Ibid., p. 412
40. Ibid., p. 414
41. A. L. Herrera (1904), op. cit., pp. 241-242.
42. Ibid., p. 247
43. J. D. Bernal. The physical basis of life. (London: Routledge and Kegan Paul, 1951).
44. Sidney W. Fox (ed.), The origins of prebiological systems and of their molecular matrices. (New York: Academic Press, 1965).
45. Bol. Dir. Est. Biol., Tomo I, pp. 266-275.
46. A. L. Herrera (1924), op. cit., p. 274.
47. Ibid., p. 149
48. Ibid., p. 150
49. Ibid., pp. 151-152
50. Ibid., p. 157
51. Ibid., p. 162
52. Ibid., p. 241
53. Ibid., pp. 238-239
54. Ibid., p. 296
55. A. L. Herrera. "A new theory of the origin and nature of life", Science 96 (1942): 14.

56. A. I. Oparin. The Origin of Life . (New York: Dover, 19 , p. 125).
57. A. L. Herrera, Nociones de biología, p. 12
58. Ibid., p. 34
59. Ibid., p. 38
60. Ibid., p. 79
61. Ibid., p. 74
62. Loc. cit.
63. Ibid., p. 79
64. Ibid., p. 81
65. Ibid., p. 109
66. Ibid., p. 134
67. Ibid., p. 141
68. Ibid., p. 141
69. Ibid., p. 183
70. Ibid., p. 233
71. A. L. Herrera, Notions générales ..., p. 227
72. Ibid., p. 235
73. Ibid., p. 235
74. Ibid., p. 243
75. Ibid., p. 248
76. Ibid., p. 250
77. A. L. Herrera, Una ciencia nueva, La plasmogenia (1911), p. 4
78. Ibid., pp. 4-5
79. Ibid., p. 6
80. Ibid., p. 21
81. Ibid., p. 23
82. Ibid., p. 23
83. Ibid., p. 25
84. Ibid., p. 29
85. Ibid., p. 230
86. Ibid., p. 36
87. A. L. Herrera, Biología y plasmogenia, p. 157
88. Ibid., p. 163
89. Ibid., p. 164
90. Ibid., p. 274
91. Ibid., p. 293

92. A. L. Herrera, La plasmogenia (1926), p. 15
93. Ibid., p. 15
94. Ibid., p. 17
95. Ibid., p. 17
96. A. L. Herrera, Biología y plasmogenia, p. 77
97. Ibid., p. 79
98. A. L. Herrera, La plasmogenia (1926), p. 107
99. Ibid., p. 121
100. Ibid., pp. 123-124
101. Ibid., p. 163
102. E. Beltrán (1978), op. cit., p. 58
103. Ibid., p. 58
104. A. L. Herrera, La plasmogenia (1926), p. 238
105. Ibid., p. 257
106. Ibid., p. 257
107. Ibid., p. 257
108. Citado en Ibid., pp. 328-329
109. Ibid., p. 329
110. Ibid., pp. 431-432
111. Ibid., p. 433
112. Ibid., p. 64
113. Ibid., pp. 55-56
114. Ibid., pp. 56-59
115. G. Canguilhem, "¿Qué es la vida?", pp. 8-9
116. J. Alexander.

117. La plasmogenia (1926). P. 117
118. Ibid., p. 12
119. Ibid., p. 16
120. Ibid.; p. 18
121. Loc.cit
122. La plasmogenia (1926), p. 101
123. Ibid., p. 37
124. Ibid., p. 76
125. Ibid., pp. 195-196
126. Ibid., p. 196

127. Ebid., p. 266
128. Ibid. p. 291
129. Ibid; p. 295
130. Una ciencia nueva. La plasmogenia (1911), pp. 32-33
131. La pasmogenia (1926), p. 399
132. Ibid, pp. 399 y 403
133. Ibid, p.404
134. Ibid, p. 415
135. Ibid, p. 90
136. Ibid, p. 96
137. Ibid, p. 186
138. Ibid. p. 257
139. Ibid, p. 290
140. Ibid, pp 296-297
141. A. L. Herrera. El híbrido del hombre y el mono.(Valencia: Cuadernos de cultura, 1933, p. 3)
142. Ibid, p. 4
143. Ibid, p. 5
144. Ibid, p. 6
145. Loc. cit.
146. El híbrido del hombre y el mono, p. 14
147. Ibid, p. 18
148. Ibid, p 24
149. Ibid p. 25
150. Ibid, p. 26
151. Ibid. p. 31
152. Ibid,p.33

V. Algunas teorías sobre el origen de la vida de principios del siglo XX

Henderson: la evolución biológica fue precedida por la cósmica

La selección natural explica la idoneidad de la estructura, fisiología y conducta de los organismos, pero deja de lado el problema central de la idoneidad de los materiales de que están conformadas las criaturas vivientes y la idoneidad del medio ambiente. Es necesario buscar, pues, otro tipo de explicaciones para esto que antecede a las adaptaciones:

...la selección natural no hace sino moldear al organismo; el medio ambiente lo cambia sólo en forma secundaria, sin alterar sustancialmente la cualidad primaria de las propiedades ambientales. Este último componente de la idoneidad previo a las adaptaciones, un resultado natural de las propiedades de la materia y las características de la energía en el curso de la evolución cósmica, hasta ahora no ha sido considerado .

En la época en que Henderson escribía esto todavía no se había llegado a la conclusión de que la idoneidad del ambiente apareció en parte como consecuencia de la evolución de los organismos. Prevalecía aún la concepción en -- que organismo y ambiente aparecen como dos realidades independientes; en todo caso, sería el organismo el que tendría que adaptarse al medio y no éste -- el que fuera transformado por el organismo.

Las propiedades tan peculiares del agua y de los principales elementos químicos que entran en la composición de los organismos, constituyen un enigma para la ciencia y más aún la razón por la que esas propiedades resultaron favorables para la vida. Debe existir una relación entre las propiedades de la materia y los fenómenos de la vida, ello implicaría que:

...las evoluciones cósmica y biológica son una sola ... los procesos genéticos o evolutivos, tanto cósmicos como biológicos, -- cuando son considerados en algunos aspectos, constituyen un desarrollo ordenado único, cuyos resultados no son meramente contingentes sino que semejan aquellos de la acción humana detrás de -- los cuales reconocemos un propósito .

Las propiedades del medio ambiente biológicamente consideradas presentan la misma idoneidad que las propiedades de la vida. En ambos casos, esa idoneidad resultaría, al menos en parte, de un desarrollo evolutivo.

Para explicar lo que llama tendencia, propensión, dirección o flujo de desarrollo, recurre a los planteamientos de Spencer sobre el progreso como ley máxima del universo.

Considera necesario buscar una explicación de la idoneidad de la materia

y del ambiente que tenga la misma lógica que la selección natural:

...un proceso natural que actuara automáticamente a través de las propiedades de la materia y la energía, y nunca sobrepasando los límites de la materia, la energía, espacio y tiempo; ni en una forma sobrenatural o metafísica, sino puramente mecanicista.

Es interesante notar cómo Henderson no parece interesarse por explicar la idoneidad de los primeros seres vivos. Tal parece como si al agregarse los elementos previamente idóneos surgiera automáticamente la idoneidad de los primeros organismos.

Presenta su planteamiento como una prueba de la fuerza de las posiciones mecanicistas y de la creciente debilidad del vitalismo. El mecanicismo continúa su ascenso porque ha podido demostrar la inexistencia de la fuerza vital, la posibilidad de sintetizar en el laboratorio compuestos orgánicos sin la intervención de organismos, y que el principio de la conservación de la energía refuta que la fuerza vital sea una forma de energía.

Considera que la selección natural no puede explicar adecuadamente ciertas tendencias propositivas en el organismo, como por ejemplo la regeneración, y que por ello los vitalistas han podido seguir especulando sobre esas cuestiones.

La evolución cósmica en su conjunto es explicable en términos de materia y energía. Sin embargo, no es muy claro si se trata de un proceso cíclico que no tuvo principio y no tendrá fin o si "la forma actual de nuestro universo es el resultado de una evolución gradual a partir de una forma primitiva -- desconocida, siendo el desarrollo de sistemas solares sucesivos un mero incidente en el proceso más general, y estando la dirección de la evolución como un todo, gobernada por la ley de la degradación de la energía".

La regularidad de la clasificación periódica de los elementos lo lleva a sugerir que:

...parecería casi fuera de duda que en un período temprano el principal proceso cósmico fue la evolución de los elementos mismos y que el actual proceso de evolución cósmica que llevó de la nebulosa al sistema solar, depende de las propiedades de la materia determinadas por el sistema periódico y de las cantidades relativas de los diferentes elementos.

Así, el origen de la idoneidad del ambiente podría tener su base en los fenómenos del sistema periódico, es decir, en la evolución de los elementos químicos, si es que éstos evolucionaron. Si se recuerda lo difícil que era imaginar alguna explicación mecanicista de la idoneidad de los organismos antes de que fuera planteada la idea de la selección natural, será evidente.

la necesidad de buscar ahora una explicación mecanicista de la idoneidad del ambiente.

El optimismo de Henderson sobre la capacidad del mecanicismo para explicar los fenómenos naturales tiene, sin embargo, un límite:

...el mecanicismo nunca podrá resolver, ni siquiera enfrentar, el problema de la existencia de la materia y la energía. Estas son conservadas dentro del mundo de la ciencia; solamente fuera de ese mundo pudieron o no haberse originado. Por lo que se refiere a la existencia de la vida, a pesar de nuestra total ignorancia, debe ser admitido que en medio siglo ha disminuido considerablemente el número de biólogos notables que realmente esperan su explicación científica, y los más grandes químicos siempre han compartido tal punto de vista ...

A pesar del interés que luego tendrá la idea de que los elementos químicos surgieron de un proceso de evolución, Henderson se siente desarmado ante la complejidad del problema del origen de la vida. Otros investigadores de su época, quizá más convencidos de las virtudes del mecanicismo y menos proclives a confesar las debilidades de la ciencia y a dejar espacios abiertos a la religión, argumentarán que no sólo están resolviendo el problema del origen primario de la vida, sino también intentando la síntesis de seres vivos en el laboratorio.

La posición de Henderson tiene la indudable virtud de no responder al enigma del origen de la vida con una respuesta ad hoc o recurriendo a la idea de la generación espontánea:

De Liebig a nuestros días la investigación científica nos ha mostrado que la organización química de la célula es mucho más compleja que lo que se había pensado y no conozco ningún químico o biólogo a quien le resulte científicamente imaginable el origen espontáneo, es decir, mecanicista de una célula, a pesar de que todos creen que una vez formadas, existen como mecanismos en un universo mecanicista. Por lo tanto, los químicos no se intranquilizan por la existencia de la vida, de igual manera que el físico no se intranquiliza con respecto a la existencia de la materia, simplemente ignorando el problema ...

Mientras no existió una explicación evolucionista para el origen de la vida, la única teoría alternativa era la generación espontánea, aunque se la remitiese sólo al pasado geológico del planeta, o bien considerar que el problema era irresoluble, lo cual conducía a dos posiciones idealistas: una con pretensiones científicas (la panspermia, que implicaba la eternidad de la vida) y otra de plano religiosa (la creación divina de la vida).

La imposibilidad de explicar el origen de la vida no basta para que Henderson se abstenga de concluir que el universo es, en su misma esencia, biocéntrico, que los procesos de la evolución cósmica se han dirigido de alguna manera hacia la producción de la vida.

Troland o todo es explicable mediante una sola causa: las enzimas y el origen de la vida, la evolución, la herencia y el metabolismo

En 1914 publicó un artículo cuya pretensión es combatir las tesis del nuevo vitalismo, mostrando que una concepción físicoquímica, cuyo centro es la enzima o catalizador orgánico, basta para explicar tanto los fenómenos de la vida como los procesos que le dieron origen. Busca resolver al menos cinco misterios fundamentales de la conducta vital: (1) El origen de la materia viva; (2) El origen de las variaciones orgánicas; (3) Las bases de la herencia; (4) El mecanismo del desarrollo individual; y (5) Las bases de la regulación fisiológica en el organismo adulto.

Con un solo planteamiento, intenta resolver problemas de embriología, origen y evolución de los organismos, genética y fisiología. En las líneas siguientes, nos centraremos fundamentalmente en su explicación sobre el origen de la vida.

Como la abrumadora mayoría de los autores de su época, supone que la cuna de los seres vivos fue el océano primigenio, ya que el protoplasma es una sustancia de constitución fundamentalmente acuosa y que contiene en esencia la misma variedad y proporción de sales inorgánicas que las encontradas en el mar. Las aguas primigenias estaban tibias y tenían una alta concentración de ácido carbónico, lo cual favoreció la producción original del protoplasma.

Rechaza las ideas de los panspermistas, entre ellos Richter y Arrhenius, porque considera que reafirman el concepto de una dualidad permanente entre lo vivo y lo no vivo. Critica también a Pfluger, quien propuso varias décadas antes que las primeras formas vivientes debieron estar basadas en el cianógeno. Con el planteamiento de Pfluger es difícil entender cómo logró reproducirse y mantenerse el protoplasma primitivo, más aún cómo surgió inicialmente una cantidad suficiente del mismo para formar un diminuto cuerpo viviente.

Tiene la precaución de enfatizar que las primeras formas vivientes debieron poseer un protoplasma mucho más simple que el actual y que el aumento de su complejidad debió ser resultado de un proceso gradual de evolución. Asimismo, se deslinda de la idea de generación espontánea de la vida:

Sería inconsistente con los principios generales de la teoría evolucionista suponer que el protoplasma como ahora lo conocemos, surgió por algún proceso instantáneo de creación; la sustancia viviente primitiva debe haber estado mucho más relacionada a la materia inorgánica común que el protoplasma contemporáneo. Pero el protoplasma primitivo debe haber poseído al menos algunas de las propiedades vitales características; debió haber sido capaz de crecer y de mostrar cierta actividad selectiva con respecto a su medio ambiente.

Con toda probabilidad, las sustancias necesarias para el surgimiento

y la nutrición de las primeras cosas vivas, estaban presentes en concentraciones considerables en las aguas primigenias. Los cambios químicos que condujeron a la formación del protoplasma fueron seguramente pocos y sencillos, y se realizaron espontáneamente y con cierta rapidez. Sin explicar realmente cómo pudo surgir el primer catalizador orgánico o enzima, especula sobre qué pasaría luego de su formación:

Permítasenos suponer que en un cierto momento en la historia de la Tierra, cuando las aguas oceánicas todavía estaban tibias, apareció súbitamente en un punto definido dentro del océano una pequeña cantidad de cierto catalizador o enzima. Más aún, permítasenos imaginar que las aguas marinas contenían en solución un cierto número de substancias que reaccionaron muy lentamente para producir un líquido aceitoso inmiscible con el agua. Una reacción de este tipo, basada en los solutos probables de los mares primitivos, podría ser fácilmente determinada. Ahora, en tercer lugar, debemos imaginar que nuestra enzima está relacionada con esta reacción, de tal forma que redujo la fricción química que encontró, y entonces incrementó notablemente su velocidad. ¿Cuál pudo haber sido el resultado? Como obviamente la partícula enzimática quedará incluida en el material aceitoso resultado de la reacción, y si las substancias originales que entran en combinación son solubles en el aceite tanto como en el agua marina, la pequeña gotita de aceite crecerá más hasta que las corrientes naturales del océano la dividan en glóbulos más pequeños.

Más que constituir la primera cosa viviente, la enzima contribuye a su formación, ya que por sí solo el catalizador no parece llenar los requisitos para llamarlo viviente:

Es claro que la gota de aceite en desarrollo es un intento para representar el origen de la primera y más simple substancia viviente. A pesar de que el protoplasma esté indiferenciado, debe poseer el poder de continuar creciendo indefinidamente, una característica de la que aparentemente carece nuestra gota de aceite, debido a que las repetidas subdivisiones finalmente agotarían la cantidad original de material catalítico presente, que es el responsable del proceso de crecimiento.

Para resolver el problema, sugiere que la enzima en que se basaba la primera substancia viva fuera, además de eficiente en la producción del protoplasma primitivo, de naturaleza autocatalítica. Así, cada glóbulo desprendido del cuerpo madre se llevaría consigo "una cantidad de enzima suficiente para permitir su continuo crecimiento y reproducción". Por ello, el catalizador estaría en la base de los procesos del origen de la vida, el surgimiento y la transmisión de las variaciones, la nutrición y el crecimiento. Tal como lo proclamaba la ciencia positivista de la época, se trataba de explicar una gran cantidad de fenómenos con una sola causa. Idealmente, todos los procesos naturales -físicos, químicos, biológicos, etc.- deberán ser explicados algún día por la operación de una sola causa.

El evento crucial en el origen de la vida fue la formación del catalizador, cuya origen no explica Troland. Aunque su síntesis fortuita en los océanos puede considerarse un hecho improbable, ello no equivale a decir que fue imposible, ya que se requiere la aparición de una sola molécula de este tipo a lo largo de millones y millones de años:

Un número muy grande de compuestos diferentes debieron haber sido formados como resultado de las múltiples reacciones químicas que indudablemente tuvieron lugar en los océanos primitivos, y no hay razón para suponer que alguno de estos compuestos no haya sido justamente el cuerpo requerido para mediar en el origen de la materia viva. El hecho sorprendente de que la teoría enzimática del origen de la vida ... necesite únicamente de la producción espontánea de una sola molécula del catalizador original, vuelve casi absurdas las objecciones de la improbabilidad.

A pesar de que Troland considera a la enzima como el punto de arranque para el surgimiento de la vida, es lo suficientemente precavido como para señalar:

... aunque los cuerpos vivientes primitivos ... posean el característico poder de propagarse por medio de procesos de subdivisión repetidos o indefinidos, no pueden considerarse como vivos en el sentido estricto, en la medida en que este término se aplica a las complejas substancias de las células animales y vegetales. El protoplasma primitivo fue probablemente un compuesto casi químicamente puro ...

Así, el protoplasma actual, que no es tan simple como se cree, pues es un complejo, una mezcla, debe tener una historia química, debe haber sido construido; pero "cuando una de estas enzimas apareció por primera vez completamente desnuda en los mares primitivos, surgieron también los fenómenos de la vida ...".

El protoplasma primitivo habría estado formado por "una sola substancia química que se pudiera haber formado a partir de los reactivos presentes en las aguas de los océanos primitivos, por la mediación de una enzima específica, que fue al mismo tiempo capaz de realizar su propia reproducción por un proceso similar pero autocatalítico".

El protoplasma que conocemos, tan complejo, es la base de la vida actual, mas no debe suponerse que fue también su base histórica. No carece de interés notar que diversos autores que abordaron a principios de siglo la cuestión del origen de la vida, también establecieron esta distinción: al explicar el origen de las primeras formas vivientes ancestrales no se explica necesariamente también a las criaturas más sencillas que hoy existen. Desligar el problema del origen primario de la vida de la cuestión de la generación actual de esas formas simples de vida fue un paso importante en el avance de la investigación en este campo.

Lo que más se acerca a una descripción del mecanismo que originó la enzima es lo siguiente:

La enzima original fue el resultado de una reacción química, es decir,

debió depender de las colisiones y combinaciones de átomos y moléculas individuales y es un hecho bien conocido entre los físicos y los químicos que la ocurrencia y naturaleza específica de tales colisiones puede predecirse sólo por el uso de las llamadas leyes del azar. Esto no significa que el movimiento de las moléculas sea efectivamente al azar, sino solamente que las condiciones que gobiernan tal movimiento son tan complejas y difíciles de estudiar que hasta ahora hemos sido incapaces de analizarlas .

La producción de la primera enzima habría sido, entonces, un evento casual. Pero dado que era autocatalítica, se incrementó la probabilidad de que después se produjeran otras moléculas iguales. También podrían haberse producido nuevas enzimas, surgidas de otro evento al azar independiente del primero pero estimulado por la presencia de la primera enzima:

Sin embargo, el proceso autocatalítico establecido de esta manera no excluye la ocurrencia de eventos casuales posteriores de la misma clase que el que produjo la primera enzima; en efecto, el incremento de la actividad química que ocasionó la presencia del catalizador, favoreció definitivamente tales eventos posteriores. Consecuentemente, tenemos que esperar un tiempo suficientemente largo, y una segunda enzima autocatalítica aparecerá, y esta enzima puede suministrar la base de nuevos tipos de regulación en la substancia que hemos llamado protoplasma primitivo ... Las reacciones químicas que se establecieron en la substancia viviente primitiva por la aparición de la segunda enzima bien pudieron ser favorables o perjudiciales a su existencia. En el primer caso la enzima y la función que efectuaba serían preservadas por acción de la selección natural; en el otro caso sería destruida junto con todas aquellas especies de protoplasma primitivo que la contengan. En cualquier caso, esto constituye una nueva variación biológica que, si es favorable, proporcionará la base para nuevas especies protoplásmicas. Parecería entonces que la teoría de las enzimas nos provee de una base molecular para la variación orgánica ...

Troland está atribuyendo aquí a las enzimas las propiedades de variación, selección y transmisión hereditaria que más adelante serán atribuidas a los genes. Quizá sea el autor que más se aproxima al posterior planteamiento de Oparin sobre el papel de la variación y la selección natural en el origen de la vida. La diferencia consiste en que Troland considera que la enzima original ya era capaz de metabolizar y de organizar las substancias a su alrededor hasta que se formó una gotita de aceite, mientras que Oparin plantea que la capacidad de metabolizar no existía todavía en los primeros geles, que no obstante poseer diversos catalizadores debieron ser sujetos durante innumerables generaciones a la selección natural para adquirir esa habilidad. El papel que Troland da a la evolución de la catálisis como lo central en el aumento de complejidad de las primeras cosas vivientes es similar al que Oparin le atribuirá después.

John Keosian (19 , 19) y John Farley (1977) han caracterizado la teoría de Troland como una proposición de generación espontánea de la vida a nivel mole

cular. Aunque coincido con este análisis, creo que Trolánd realiza un esfuerzo serio por desligar su teoría de tal concepción porque: (1) No plantea que eso es té ocurriendo hoy día, ni que sea un evento que no requiera de un tiempo enorme; (2) La aparición de una molécula auto y heterocatalítica no podía ser concebida como parte de un proceso de evolución química mientras este concepto no hubiese sido formulado. Su ausencia en Troland es muy clara, puesto que no plantea como fases previas a la formación de la enzima los procesos de evolución de moléculas orgánicas más sencillas, planteo que sí encontramos, como se expuso en el capítulo II, en Spencer cincuenta años atrás; y (3) La mayoría de los autores que defendían un mecanismo similar al de la generación espontánea para explicar el origen de la vida (entre ellos Haeckel, Bastian y Herrera), creían que lo que ocurrió hace millones de años también debía estar ocurriendo en el presente.

Muller: el gen desnudo como principio y organizador de la vida

En 1929 publicó un artículo para defender la concepción de que el gene es la base de la vida, tanto actual como pasada. El origen de la vida, por lo tanto, debió coincidir con el origen del gen.

Plantea las siguientes preguntas:

¿Pudo haber existido una etapa de evolución de la materia viviente previa a lo que permisiblemente podemos llamar genes? ¿Antes y durante el momento en que surgieron los genes, qué tan compleja pudo haber sido la materia viva y cuáles pudieron haber sido sus propiedades?

Examinaremos estas cuestiones sólo a la luz de la interpretación naturalista, según la cual la complejidad de la materia viva evolucionó gradualmente y ésta es atribuible sólo a procesos físicos y químicos que no fueron guiados de ningún modo anticipadamente por las ventajas relativas de resultados alternativos.

Según Muller, sólo el gen cumple con las características necesarias para considerar a una substancia como base de la vida, pues no sólo es capaz de autocatálisis, sino también de mutación sin perder su capacidad de propagación, es decir, la mutación que sufre el gen no hace que se transforme en una molécula completamente ajena a la original.

Rechaza la posibilidad de que hubiera existido un protoplasma ancestral que no contuviera todavía genes:

... en la evolución de la materia viviente, probablemente no existió una forma de protoplasma ancestro de nuestro protoplasma actual que tuviera ya la capacidad de crecimiento (o autocatálisis específica) sin contener genes ... Si esto es cierto, significa que la vida no apareció antes que el gene. Enseguida, intentaremos demostrar que este primer material que podía crecer, ancestro del nuestro, probablemente no era más que el gene o genes antes mencionados.

Tanto el planteamiento de Troland como el de Muller parten de las propiedades de estructuras biológicas actuales (enzimas o genes), las colocan como el punto de partida de la vida, pero no se preocupan en absoluto por intentar elaborar una concepción sobre la evolución de la materia orgánica que antecedió al origen de esas estructuras. En cierto sentido, sus planteamientos tienen un carácter circular, pues equivalen a decir que la vida apareció cuando se formó algo que ya tenía vida. Es decir, no intentan explicar cómo es que algo que no tenía vida llegó finalmente a tenerla: parecen establecer una dicotomía excluyente entre vida y no vida, o una cosa está viva o no lo está. Pierden así la posibilidad de concebir sistemas que no siendo aún vivientes comparten con éstos ciertas características dinámicas y estructurales que les permitan, a través de un proceso evolutivo, adquirir las propiedades que definen a lo viviente. A nivel molecular, sus planteamientos son equivalentes a las res-

puestas del siglo XIX, que concebían el origen de la vida como la aparición de una célula o del protoplasma desnudo carente de membrana y de núcleo. En la actualidad, se hallan planteos que obedecen a la misma lógica: así, suele decirse que el origen de la vida coincidió con la formación de una cadena polinucleotídica (preferentemente de ARN) que pudo funcionar como material hereditario y como molde para la síntesis de cadenas polipeptídicas. Lo que debe ser explicado se toma, paradójicamente, como punto de partida.

Muller sólo puede concebir la aparición de la vida si los genes estaban presentes, pero no parece advertir que precisamente ese es el problema: explicar cómo pudieron formarse tales genes y cómo adquirieron las propiedades que les atribuye. Sin el gene le parece inconcebible un proceso de ordenamiento de la materia carente de vida, quizá por ello se ve obligado a asumir que el surgimiento del orden biológico tuvo que partir de una especie de primordio embriológico, que serían los genes:

Es ... inconcebible que todo un sistema de substancias tan complejo como se piensa que es cualquier protoplasma o citoplasma pudiera estructurarse por la acción al azar de substancias físicas y químicas, para formar justamente tal estructura en la que el funcionamiento de este sistema lo reproduzca de nuevo con todas sus características -a menos que todo el mecanismo de la evolución biológica, que implica la reproducción, las variaciones, la reproducción de las variaciones y la selección natural hubiera estado trabajando en forma correcta en la construcción de este sistema a partir de principios mucho más simples, esto es, a menos de que efectivamente hayan existido previamente substancias que pudieran llamarse genes .

Muller no cita ninguna vez a Troland, nunca explica cómo se habría formado el tal gene, ni cómo se nutriría, ni cómo se relacionaría con su ambiente. A pesar de que no cita a Troland, llega exactamente a la misma conclusión que él sobre el carácter derivado del protoplasma:

... al menos la mayor parte del protoplasma fue, después de todo, originalmente sólo un producto secundario, originado por la acción del material genético .

En ambos autores, la enzima y el gene preexisten al protoplasma, que será formado por ellos. Ni estas moléculas iniciadoras de la vida ni el protoplasma son concebidos como productos de un proceso evolutivo de autoordenamiento de la materia no viviente: para que el orden surja se requiere la presencia de un director de orquesta que tenga ya las características esenciales de lo viviente.

La mayoría de los autores de principios de siglo -a excepción de Oparin y Haldane-, hacen coincidir la formación no explicada de alguna estructura con el origen de la vida, no plantean un proceso para llegar a ser viviente.

Osborn: las bacterias nitrificantes y el origen de la vida

En 1916, publicó un libro con el título The Origin and Evolution of Life, en que expone una concepción energética del origen de la vida, marcada por los avances que los físicos habían realizado en las décadas precedentes en la comprensión de las relaciones entre materia y energía. Su planteamiento está igualmente marcado por el mecanicismo de Jacques Loeb.

Le interesa mostrar cómo la energía dio lugar a la forma, que al principio no habría existido. Su propuesta es presentada como parte de una serie de conferencias estrechamente relacionadas con la cuestión del origen de la vida: Ernst Rutherford habló sobre "La constitución de la materia y la evolución de los elementos", William W. Campbell sobre "La evolución de las estrellas y la formación de la Tierra", y Thomas C. Chamberlain sobre "La evolución de la Tierra". En este contexto, no parece demasiado ambiciosa su declaración de que "enfocué el problema a través de una síntesis de la astronomía, geología, física, química y biología". Para lograr "considerar el problema desde un punto de vista fresco y desprejuiciado", no leyó un par de libros recientes sobre el origen de la vida: Edward A. Schaffer, Life, Its Nature, Origin, and Maintenance (1912) y Benjamin Moore, The Origin and Nature of Life (1913). Estas ausencias se ven compensadas por la obra de Henderson que más atrás hemos comentado, de la que tomó sobre todo la idea de que la idoneidad del ambiente antecede con mucho al origen de la vida. Agradece a W.J. Gies de la Universidad de Columbia sus comentarios sobre las posibles condiciones de la Tierra durante el período inicial del origen de la vida, así como a Henry N. Russell sus notas sobre el calor primordial de la superficie terrestre.

Para Osborn, la vida y la energía parecen casi como sinónimos. La materia es algo pasivo que sólo se pone en movimiento, en transformación, con el concurso de la energía.

Quizá pudo haber una etapa evolutiva en que los organismos no poseían material genético, pues manifiesta esta duda:

No sabemos si el germen, como centro especial de la herencia y la reproducción de la energía, es tan antiguo como el organismo.

Se plantea varias preguntas sobre el origen de la vida: ¿es la vida sobre la Tierra algo nuevo? ¿se asemeja externamente la evolución de la vida a la evolución estelar? ¿Existe evidencia de que en la evolución de la vida y en la evolución de lo no viviente prevalezcan leyes físicoquímicas internas similares? ¿son las formas vivientes resultado de las leyes naturales o del azar?

Para él, la aparición de la vida debe ser considerada como la continuación de procesos evolutivos del mundo no viviente, razón por la cual niega que

en los seres vivos existan nuevas formas de energía o nuevas leyes naturales. El vitalismo está errado al considerar lo contrario.

Si bien la vida representa la continuación de procesos evolutivos del mundo inorgánico, significa algo nuevo en el cosmos al combinar las formas de energía y la materia de una manera particular:

... la materia viviente no sigue el viejo orden evolutivo, sino representa una nueva asociación de energías y nuevos tipos de acción, reacción e interacción -para usar los términos de la termodinámica- entre los elementos químicos que pueden ser tan viejos como el propio cosmos, a menos de que se muestre que han evolucionado a partir de elementos todavía más simples.

Tal evolución, repetimos con énfasis, no es como la de los elementos químicos o la de las estrellas; el proceso evolutivo toma ahora una dirección enteramente nueva y diferente. Aunque puede surgir a través de combinaciones de energías preexistentes, es esencialmente constructiva y aparentemente, aunque no en realidad, creativa ...

No es creadora, porque la creación es la producción de algo nuevo a partir de la nada. Es más bien una evolución, en que lo nuevo se produce a partir de lo que ya existe.

Su crítica al vitalismo no la lleva hasta el grado de considerar que el mecanicismo y el materialismo basten para explicar la vida. Señala que quizá todavía falta por descubrir un elemento vital especial, ya conocido, como el radio, que podría hallarse atrapado en la materia viviente pero no ha sido detectado. O bien, algún elemento desconocido al que podría darse el nombre hipotético de bión, o alguna fuente desconocida de energía que esté activa en los seres vivos.

Respecto al problema del azar, consiste en saber si hubo un desarrollo ordenado de la vida, al estilo del desarrollo de las estrellas o de la Tierra. Para él, la vida surgió por leyes naturales, no al azar.

La aparición de la vida debió ser precedida de la evolución del ambiente inorgánico que requieren los organismos. Inicialmente, el planeta se hallaba en estado incandescente, luego se condensó el vapor de agua para formar los océanos. La cuestión de la edad de la Tierra era un problema muy discutido a principios de siglo (presenta los cálculos realizados por George Darwin, Lord Kelvin, etc.), pero no parece haber frenado los planteamientos sobre origen de la vida. Si como preámbulo a su aparición se hubiera planteado un proceso de evolución extremadamente lenta, quizá si hubieran tenido un impacto negativo las estimaciones que asignaban al planeta tan sólo una edad de unas cuantas decenas de millones de años.

La forma en que concibe las condiciones del ambiente primigenio lo lleva a sugerir que los primeros organismos pudieron ser similares a las bacterias -

que actualmente viven a expensas del mundo mineral:

La Tierra primordial sin vida puede ser imaginada observando la superficie sin vida de la Luna, moldeada por la acción volcánica, con poca erosión o sedimentación debido a la falta de agua.

(...)

Las rocas y suelos desnudos eran ingredientes inhóspitos para cualquier forma de vida, excepto las más rudimentarias que estuvieran adaptadas para alimentarse directamente de los elementos químicos y de sus compuestos más simples, o para transformar su energía sin la ayuda amigable de la luz solar. Las únicas formas de vida actuales que pueden vivir en un ambiente tan inhóspito como el de la Tierra sin vida, son ciertamente las bacterias más simples, las cuales ... se alimentan directamente de los elementos químicos.

En Osborn se encuentra la misma conexión conceptual que analicé en Herrera: como cree que las primeras cosas vivientes debieron haber sido autótrofas no llega a elaborar un concepto de síntesis abiótica y de evolución química, es decir, de formación de moléculas orgánicas cada vez más complejas a partir de las más simples. En vez de pensar que los componentes de la atmósfera pudieron ser fundamentales para la síntesis abiótica de materia orgánica, considera que los gases y las sales fueron nutrientes para los primeros organismos:

Es interesante señalar que en el período en que la luz solar era parcialmente rechazada por los vapores acuosos y gaseosos, las condiciones volcánicas tempranas de la superficie terrestre pudieron haber suministrado a la vida elementos químicos fundamentalmente importantes, así como la energía térmica de las aguas o de los suelos. Las emanaciones volcánicas contienen hidrógeno libre, ambos óxidos de carbono, y frecuentemente hidrocarburos tales como el metano (CH_4) y el cloruro de amonio: este último compuesto es con frecuencia muy abundante. Las aguas volcánicas a veces contienen sales de amonio, de las cuales la vida pudo haber derivado su primer fuente de nitrógeno.

Hace unos ochenta millones de años, la composición química de las rocas, los océanos y la atmósfera no era igual a la actual. A través de varios argumentos llega a la conclusión de que:

... es probable que la vida se haya originado en los continentes, ya sea en las grietas húmedas de las rocas o del suelo, o en las aguas dulces de los charcos continentales, o en las aguas ligeramente salinas de las orillas de los océanos primordiales.

Prefiere un origen no marino, porque las aguas marinas no tienen nitratos y nitritos en cantidad suficiente para explicar la que tienen los organismos. Pero no hay duda de que la vida surgió en el agua, que tendría, como apuntó Henderson, una idoneidad para la vida: solvente en todos los fluidos vitales, vehículo de compuestos químicos, alta constante dieléctrica, etc.

Las primeras formas vivientes, igual que las actuales más sencillas, probablemente derivaron sus elementos químicos vitales de la atmósfera, la tierra y el océano.

Según Osborn, una de las cuestiones más debatidas en su época era si la atmósfera primordial contenía o no oxígeno libre. Sugiere que probablemente las

primeras formas de vida eran dependientes del oxígeno atmosférico, aunque ciertas bacterias actuales son anaeróbicas. De todos los autores que se analizan en esta tesis, Haldane fue el único que planteó el carácter anóxico de la atmósfera primitiva y, en consecuencia, que los primeros seres vivos tuvieron un metabolismo anaerobio.

La atmósfera primordial estaba formada por vapor de agua, bióxido de carbono, nitrógeno y oxígeno. Aunque señala que es imposible concebir un protoplasma primitivo que no haya estado constituido por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. En el ambiente primordial, probablemente el dióxido de carbono fue reducido por mecanismos diferentes al clorofílico, por simples influencias químicas. ¿Significa esto que antes de la aparición de la vida tuvo que haber un proceso de síntesis abiótica y de evolución química? Osborn no aborda explícitamente esta cuestión, y más bien parece suponer que los primeros organismos fueron autótrofos. Cita a Edwin O. Jordan para afirmar que el carbono es menos dominante que el nitrógeno en los procesos vitales de las bacterias más simples, y por ello rechaza la posibilidad de que el dióxido de carbono haya sido tan importante como el agua como un compuesto primario en el origen de la vida. Sugiere que lo más probable es que el dióxido de carbono comenzó a usarse en gran escala hasta que apareció la clorofila en las plantas.

El sol habría sido la fuente de calor, luz y otras fuentes de energía que condicionaron el origen de la vida. Otras fuentes de energía serían las fuentes termales y el calor de las regiones volcánicas. El calor de la Tierra pudo ser tan importante como el del sol para las formas primordiales de vida. Esto estaría de acuerdo con el hecho de que los organismos más primitivos que sobreviven hoy en la Tierra, las bacterias, dependen del calor más que de la luz solar para obtener su energía.

Aunque se refiere a la presencia de carbono en los cometas y en los meteoritos carbonosos, de ello no extrae la conclusión de que los compuestos orgánicos puedan formarse en ausencia de seres vivientes.

Contra las teorías de panspermia defendidas por Richter, Kelvin y Arrhenius, comenta que "El hecho de que, hasta donde sabemos, la vida en la Tierra sólo se originó una vez o durante un período, y no repetidamente, no parece favorecer esta hipótesis; tampoco es valiente cambiar el problema del origen de la vida hacia el espacio cósmico en vez de buscar su solución dentro de las fuerzas y elementos de nuestro humilde planeta". Por tanto, Osborn favorece un origen monofilético y circunscribe el origen de la vida a un solo período histórico.

La materia sin vida existe en el estado cristaloides y en el coloidal, sien

do este último el que originó la vida, por ser especialmente favorable para la acción, reacción e interacción, es decir, para el intercambio libre de energías físicoquímicas.

Existe todavía poca observación o razonamiento uniformitario que permita hacer algo más que especular sobre el posible modo de origen de la vida, además de que los intentos de Butschli y otros para imitar los procesos originales de la vida han sido infructuosos. No obstante, gracias al conocimiento de las bacterias pueden plantearse las siguientes hipótesis en que se considera el proceso de la vida como probablemente gradual, aunque marcado por pequeños saltos o aumentos de energía:

(1) El primer paso en el origen de la vida fue la unión uno por uno de varios de los diez elementos hoy esenciales para la vida y presentes en todos los organismos: H, O, N, C, P, S, K, Ca, Mg, Fe y quizá también Si.

(2) Por las acciones y reacciones de los elementos de la vida se estableció una nueva forma de unidad en el cosmos, una unidad orgánica, un individuo u organismo muy distinto de las agregaciones de materia inorgánica de mayor o menor tamaño -- mantenidas por la fuerza de la gravedad.

(3) Esta agregación ocurrió en el estado gelatinoso llamado coloidal por Graham.

(4) "... la evolución y la especialización de varios 'mensajeros químicos' conocidos como catalizadores (incluyendo las enzimas o 'fermentos no formados') se realizó paso a paso junto con la evolución de las funciones vegetales y animales". Aunque Osborn no lo señala, esto se referiría más bien a la evolución de los seres vivientes que a los procesos que antecedieron al origen de la vida.

(5) "Con esta agregación, atracción mutua, condición coloidal y coordinación química, una quinta hipótesis es que allí surgieron los rudimentos de la competencia y la selección natural que pusieron a prueba todas las acciones, reacciones e interacciones de dos individuos en competencia. ¿Hubo alguna etapa en este agrupamiento, agregación y organización de las formas de la vida, por remoto o rudimentario que sea, en que la ley de la selección natural no operara entre diferentes unidades de agregación de la materia? Probablemente no, porque cada uno de los elementos químicos de la vida posee las propiedades peculiares que en los compuestos vivientes son mejores para ciertas funciones".

Es difícil establecer si Osborn daba a su planteamiento de selección natural el mismo significado que Oparin, pero merece destacarse que es junto con Hensson, aunque éste con un enfoque más bien químico, el único que se refirió a la selección natural como uno de los mecanismos involucrados en el origen de la vida.

Después de plantear sus cinco hipótesis, sigue un apartado con el título de "evolución de nuevos compuestos orgánicos". Sin embargo, no se trata de un proce-

so de evolución química en que a partir de compuestos orgánicos sencillos se producen otros más complejos, sino de un proceso en que la reacción de los elementos químicos toma como modelo funciones vitales, específicamente las de bacterias inferiores.

Estas parecen ser el eslabón entre lo inerte y los seres vivos más complejos, pues además de representar a las primeras criaturas vivientes prepararon las condiciones del océano y la tierra para la evolución posterior de animales y plantas:

En el origen de la vida, las bacterias parecen estar a la mitad del camino entre nuestras hipotéticas etapas químicas precelulares y la química y la estructura celular definidas de las plantas inferiores o algas.

La ausencia de los conceptos de síntesis abiótica y de evolución química en Osborn tiene como efecto que concluya el carácter autotrófico de los primeros organismos:

Por su poder de encontrar energía y alimento en un mundo sin vida, las bacterias conocidas como prototróficas, o de 'alimentación primitiva', son no sólo los organismos más simples conocidos, sino que es probable que representan la sobrevivencia de una etapa primordial de la química vital. Estas bacterias derivan su energía y nutrientes directamente de los compuestos químicos inorgánicos: por ello, estos organismos fueron capaces de vivir y florecer en la Tierra sin vida aun antes de que la luz del sol brillara continuamente y mucho antes de la primera etapa clorofílica (Algae) de la evolución de la vida vegetal. Entre tales bacterias, posiblemente sobrevivientes del tiempo Arqueozoico, está uno de estos 'alimentadores primitivos', Nitroso monas de Europa. Para la combustión, toma directamente el oxígeno a través de la acción mediadora del fierro, fósforo o manganeso; cada una de las células individuales es un pequeño y poderoso laboratorio químico que contiene catalizadores oxidantes, cuya actividad es acelerada por la presencia del fierro y del manganeso. Todavía en la etapa primordial, Nitroso monas vive del sulfato de amonio, tomando su energía (alimento) del nitrógeno del amonio y formando nitritos. Viviendo simbióticamente con ella está Nitrobacter, que toma su energía (alimento) de los nitritos formados por Nitroso monas y los oxida a nitratos. Así, estas dos especies ilustran de la forma más simple nuestra ley de interacción de un organismo (Nitrobacter) con su ambiente vital (Nitroso monas).

Estos organismos son llamados bacterias nitrificantes porque transforman el amonio en nitritos y nitratos.

El desarrollo de la microbiología en los últimos años del siglo XIX y los primeros del XX fue una precondition para pensar el origen de la vida, pues mostró la relación entre los microorganismos y su ambiente inorgánico. No obstante, algunos autores, entre ellos Osborn y Herrera, creyeron que esa relación bastaba para concluir que los primeros organismos fueron autótrofos.*

Resulta muy interesante que los tipos de bacterias usados por Osborn para caracterizar a las primeras cosas vivientes sean los mismos que utilizó Oparin para caracterizar a los primeros autótrofos descendientes de las criaturas ancestrales.

les heterótrofas. A pesar de la diferencia abismal entre las teorías de estos dos autores, coinciden en que la fotosíntesis clorofiliana vino después de los metabolismos quimioautotróficos. Oparin pudo concebir la síntesis abiótica y la evolución química y por ello abandonó la idea tan común en su época de que los primeros organismos fueron autótrofos.

Señala que estas bacterias nitrificantes "no sólo son independientes de los compuestos de la vida, sino que incluso pequeñas cantidades de compuestos orgánicos de carbono y nitrógeno son dañinas para ellas" . ¿Significa esto que las primeras bacterias autotróficas estaban formadas sólo por compuestos minerales, es decir, carecían de materia orgánica? ¿O bien, estaban formadas de materia orgánica y dentro de ellas sintetizaban la que requerían para su alimentación?

Cita diversas evidencias todavía no concluyentes sobre las bacterias que viven en y de los minerales. Ellas constituyen el mejor modelo para los seres vivos primigenios:

Merece destacarse que es el nitrógeno derivado del agua y del suelo, más que de la atmósfera, el que juega el rol principal en la vida de estos organismos; en cierto sentido, representan una etapa temprana de la evolución química del carbono, ya que éste no es su constituyente fundamental, además de la adaptación a un ambiente de tierra y agua más que atmosférico .

La frase

"evolución química" está presente en Osborn, pero no se refiere a la transformación puramente química de los compuestos orgánicos, sino a su transformación dentro de las bacterias.

Las bacterias nitrificantes habrían sido al mismo tiempo las formadoras de suelo y las que se alimentaban del suelo primitivo. Estos organismos son termófilos y evitan la luz solar directa, que les resulta mortal:

Sin embargo, la sensibilidad de las bacterias a la luz no puede considerarse evidencia en contra de su antigüedad geológica, ya que su estructura indiferenciada y su capacidad para vivir de alimentos inorgánicos incluso sin la ayuda de la luz solar parecen favorecer la idea de que representan una forma muy primitiva de vida .

Siguiendo a Edwin O. Jordan, plantea que los primeros pasos evolutivos de las bacterias consistieron en desarrollar una variedad de moléculas complejas para realizar sus funciones metabólicas y que la diferenciación celular visible vino después. En las bacterias más simples que viven directamente a partir del mundo de lo inerte se encuentran ya establecidas las energías químicas fundamentales del mundo viviente: el interior celular coloidal con sus adaptaciones respectivas, la acción y reacción eléctricas de los elementos metálicos y no metálicos, la acción catalítica de las enzimas tanto dentro como fuera del organismo, el almacenamiento de la energía proveniente de las proteínas y del carbono.

Oparin: la síntesis abiótica, la evolución química y el origen heterotrófico de la vida

En 1924 publicó su primer planteamiento sobre el origen de la vida, después de haber pronunciado una conferencia sobre el mismo tema dos años antes ante la Sociedad Botánica de Moscú. Aparentemente, el sitio en que dio a conocer inicialmente sus ideas refleja el interés evolutivo que lo llevó al problema del origen de la vida: para dar cuenta del origen de la fotosíntesis es necesario responder primero cómo surgieron las criaturas vivientes primitivas.

En su análisis histórico de la generación espontánea, muestra que esta creencia se ha derrumbado a través de la aplicación del método experimental, y que esto deja abierto el problema de cómo aparecieron los primeros seres vivos en la Tierra, que deberá ser contestado con una concepción diferente a la de la generación espontánea.

Se sitúa dentro de la concepción de un origen monofilético de la vida, pues afirma que:

Los organismos más complicados surgieron a partir de los más sencillos, que gradualmente cambiaron y se hicieron más eficientes. Por lo tanto, sólo es necesario explicar cómo algún organismo muy simple pudo haberse formado para poder entender el origen de todas las plantas y animales.

Sin embargo, incluso los seres unicelulares son criaturas extremadamente complicadas. Están compuestas de protoplasma, sustancia semilíquida, dúctil y gelatinosa, que es permeable al agua pero inmisible en ella. Está constituido por un gran número de sustancias químicas muy complejas, sobre todo proteínas y sus derivados, que sólo se encuentran en los organismos. Esas sustancias están organizadas para dar una estructura muy compleja, no están simplemente mezcladas sin concierto. La intrincada organización del protoplasma hace inconcebible la idea de que pudiera surgir espontáneamente.

Esta complejidad de lo viviente y la aparente distancia infranqueable respecto a lo inerte condujo -según Oparin- a suponer que la vida es eterna y que a lo largo del infinito tiempo cósmico se ha transportado, mediante diferentes mecanismos, de un planeta al otro. Así, la vida terrestre vendría de algún otro lugar. Rechaza terminantemente esta teoría de la panspermia, porque implica la eternidad de la vida y, en consecuencia, la negación del problema del origen de la vida.

Una vez que ha argumentado contra las teorías de la generación espontánea y de la panspermia, procede a mostrar las analogías que es posible encontrar entre el mundo de lo vivo y el mundo de lo no vivo. Si entre ambos no existe una distancia que no pueda ser abreviada por un proceso evolutivo, entonces sus proposiciones sobre el origen de la vida estarán legitimadas científicamente.

mente.

La primera diferencia entre los organismos y el mundo mineral es su composición química. Los compuestos orgánicos parecen ser exclusivos de lo vivo; sin embargo, el elemento base de todos ellos, el carbono, se encuentra ampliamente distribuido en el mundo mineral, en estado puro (diamante y grafito) o combinado (gis, mármol, bicarbonato de sodio, etc.). El resto de los elementos que entran en la composición de los compuestos orgánicos (hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo, y muchos más) también se hallan por doquier en el mundo mineral:

Tan sólo esto nos da una razón para dudar de la existencia de cualquier diferencia esencial entre el mundo de lo vivo y el de lo inerte.

A partir de los trabajos realizados por Wöhler en 1828, quien preparó artificialmente la urea, se ha demostrado ampliamente que los compuestos orgánicos pueden obtenerse a partir de las sustancias inorgánicas más sencillas: "los químicos pueden preparar ahora artificialmente casi todas las sustancias que se encuentran en los organismos". Se demuestra así que la materia orgánica obedece a las mismas leyes físicoquímicas que el mundo mineral.

Sin embargo, los defensores de posiciones vitalistas han dado un paso más para negar la posibilidad de derivar lo vivo de lo inerte: los compuestos orgánicos son tan inertes como los minerales, la vida sólo se encuentra en cuerpos con características particulares que están ausentes del mundo de lo inerte.

Esas características son la estructura u organización definida, la capacidad de metabolizar, de reproducirse y de responder a la estimulación. Para mostrar que esas características no están ausentes en los cuerpos no vivos, Oparin se esfuerza por encontrar analogías de lo vivo en lo no vivo.

La estructura del protoplasma "encierra el secreto de la vida. Destruyámosla, y quedará en nuestras manos una mezcla inerte de compuestos orgánicos". La organización tan fina del protoplasma es equiparada, hasta cierto punto, por la organización de los cristales, en los cuales las partículas que los constituyen están dispuestas de acuerdo a un orden muy definido. Las propiedades del cristal dependen de esa disposición; si el orden de las partículas se pierde desaparecen también esas propiedades.

Las sustancias coloidales, que son la base del protoplasma, no suelen formar cristales, pero pueden precipitarse fácilmente para formar grumos o agregados mucosos o jaleas. Cuando los coloides se precipitan, surgen coágulos o geles que parecen carecer de estructura, pero que poseen una organización aún más compleja que los cristales, pues aquí no se trata de líneas rectas y

planos, sino de redes que se entrelazan para dar estructuras semejantes a pequeñas burbujas o alvéolos. Hasta donde es posible saber con el conocimiento actual, la estructura de estos geles y la del protoplasma son muy similares, parecen ser fenómenos del mismo orden.

Después de señalar las analogías entre los cristales y los organismos, señala una diferencia central:

Los cristales tienen formas inalterables, se originan de una vez y permanecen constantes, mientras que un organismo puede compararse con una cascada que mantiene su forma general constante aunque su composición esté cambiando todo el tiempo y nuevas partículas de a g u a estén pasando continuamente a través de ella.

(...)

... la vida consiste de una absorción, construcción y destrucción continuas .

A través de una serie de argumentos, muestra que en los cristales es posible encontrar analogías del metabolismo: alimentación, crecimiento, reproducción. Igualmente, en reacciones con compuestos inorgánicos en que el platino actúa como catalizador se encuentran los tres pasos fundamentales del metabolismo: absorción de sustancias del ambiente, su asimilación y la liberación de los productos que resultan al desdoblamiento dichas sustancias. Las enzimas biológicas actúan de la misma manera que un catalizador inorgánico.

Por último, al buscar analogías en el mundo no viviente para la capacidad de responder a los estímulos, señala que la sensibilidad se encuentra en todos los cuerpos que tienen una cantidad notable de energía potencial almacenada, que puede ser descargada ante estímulos insignificantes.

Si la vida no hubiera surgido a partir del mundo inorgánico no sería posible encontrar estas analogías:

La peculiaridad específica de los organismos vivos es sólo que en ellos se ha reunido e integrado una combinación extremadamente compleja de un gran número de propiedades y características que se presentan aisladas en varios cuerpos inorgánicos e inertes. La vida no se caracteriza por propiedades especiales sino por una combinación definida y específica de dichas propiedades.

En el transcurso del colosal intervalo de tiempo durante el cual nuestro planeta, la Tierra, ha existido, debieron surgir las condiciones apropiadas en las cuales pudo haber una conjunción de propiedades que antes se encontraban separadas para formar la combinación característica de los seres vivos. Descubrir esas condiciones sería explicar el origen de la vida .

En esta aproximación entre lo viviente y lo inerte, Oparin no recurre a los virus y los genes, como hicieron otros autores por esos años. Merece destacarse lo importante que resulta para Oparin esclarecer cuáles fueron las condiciones naturales que hicieron posible el surgimiento de la vida, mientras que otros científicos pasaron eso por alto.

El resto de su proposición está dividida en dos partes que constituyen la primera y la segunda fases del proceso evolutivo que condujo al origen de la vida en la Tierra: "De los elementos libres a los compuestos orgánicos" y "De las sustancias orgánicas a los seres vivos". Esta secuencia muestra claramente que para él no basta con la síntesis de material orgánico para explicar el origen de la vida y que ésta aparece como resultado de un largo proceso evolutivo, no como consecuencia de un evento súbito, irrepetible y que ocurrió una sola vez. El surgimiento de la vida es concebido como una consecuencia natural de la operación de las leyes físicoquímicas.

La primera fase evolutiva se inicia con la formación del planeta y concluye con la formación de compuestos orgánicos. En esta parte Oparin intenta mostrar cuáles fueron las condiciones primitivas que hicieron posible la formación de compuestos orgánicos, cosa que hoy ya no es posible porque las condiciones físicoquímicas del planeta son muy diferentes a las originales.

Al principio, la Tierra era una nube de gas incandescente, cuyas altas temperaturas imposibilitaban la formación de compuestos, sólo se hallaban elementos en estado gaseoso. La fuerza de la gravitación hizo que los átomos más pesados comenzaran a irse hacia el centro de la nube, mientras que los más ligeros permanecieron en la superficie. Al disminuir la temperatura, el material se fue haciendo más denso hasta que alcanzó el estado sólido. Siguiendo la teoría de D.I. Mendeleev, plantea que el primer núcleo del planeta estuvo formado por carburos de hierro al rojo vivo, rodeados de una envoltura de gas incandescente. En los años veinte de este siglo se pensaba que la Tierra había sido al principio un fragmento desprendido del sol y que, por lo tanto, había pasado por períodos evolutivos semejantes a los de las estrellas, hasta que finalmente se enfrió y dejó de brillar con luz propia. Por ello, compara las diferentes fases evolutivas de la Tierra con diversas estrellas.

La progresiva disminución de la temperatura llevó a que se formara sobre el núcleo una capa de sustancias que luego dieron origen a las formaciones rocosas. A través de grietas en esta capa sólida, los carburos metálicos al rojo vivo escaparon hacia el exterior y se pusieron en contacto con la atmósfera, formada sobre todo por grandes cantidades de vapor de agua sobrecalentado. Toda el agua que hoy constituye los mares y océanos de la Tierra estaría en aquel período en la atmósfera.

De la interacción entre los carburos de hierro y el vapor de agua surgieron los primeros compuestos orgánicos, los hidrocarburos. A diferencia de Haldane, quien planteó que la atmósfera primitiva carecería de oxígeno, Oparin cree que este elemento sí habría estado presente y habría oxidado parte de los

hidrocarburos formados. Sin embargo, la mayor parte de los hidrocarburos no se oxidó, pues es muy probable que haya escapado hacia las capas superiores y más frías de la atmósfera. Los hidrocarburos que se oxidaron completamente se desdoblaron en bióxido de carbono y agua, mientras que los que sufrieron una oxidación parcial dieron lugar a los derivados oxigenados de los hidrocarburos y al monóxido de carbono. El descenso progresivo de la temperatura hizo que cada vez fuera menor la proporción de hidrocarburos oxidados.

Es curioso advertir cómo a través de una premisa equivocada -que la Tierra pasaba en ese momento por la etapa de una estrella roja-, Oparin busca las evidencias que validen su punto de vista sobre la síntesis abiótica de hidrocarburos en el ambiente primigenio.

Así, pasa revista a las evidencias espectroscópicas sobre la presencia de hidrocarburos en la atmósfera de las estrellas rojas, los cometas (en los que también se había detectado el grupo ciano y el monóxido de carbono) y los meteoritos; en estos últimos ha sido posible aislar mediante análisis químicos directos cantidades considerables de hidrocarburos. No sólo los elementos que constituyen a los seres vivos están ampliamente distribuidos en el cosmos, sino también los compuestos orgánicos más sencillos.

A partir del conocimiento de la química de los hidrocarburos, Oparin sugiere que primero debieron formarse en la Tierra primitiva los hidrocarburos no saturados, cuya energía química almacenada les da grandes potencialidades de reacción para formar nuevos compuestos al combinarse entre sí o con otros elementos. Al combinarse con el oxígeno dieron origen a alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos orgánicos. No todo el carbono existió, pues, en forma de dióxido de carbono, químicamente inerte, ya que una parte considerable se transformó en compuestos orgánicos.

El nitrógeno pudo haber reaccionado en la atmósfera con los vapores incandescentes de los metales para dar compuestos similares a los carburos, que al reaccionar posteriormente con el vapor de agua produjeron amoníaco. Quizá este compuesto también pudo haberse formado antes, por la interacción directa del hidrógeno y el nitrógeno en las capas superiores de la atmósfera. La presencia del grupo ciano en los cometas sugiere la posibilidad de que en el ambiente primitivo también se hayan formado compuestos del carbono y el nitrógeno.

Se tendría, entonces, una atmósfera formada por dióxido y monóxido de carbono, compuestos de nitrógeno en forma de ciano y amoníaco, así como derivados oxigenados de los hidrocarburos.

Al discutir la teoría de Pfluger sobre la síntesis del ciano en la Tie

rra primitiva y sobre la "proteína viviente" gracias a la reactividad del grupo ciano, Oparin comenta que:

La proteína no forma el protoplasma, sólo interviene como un componente de esta formación química y fisiológicamente compleja. La "proteína auto-transformadora" como Pfluger la describió, ciertamente no existe. La habilidad del protoplasma para transformar se a sí mismo es inherente no sólo a las sustancias químicas que lo constituyen sino también a su estructura física u organización .

A Oparin le interesaba no sólo explicar cómo surgieron los componentes del protoplasma, sino sobre todo entender cómo logró alcanzar la sofisticada organización que lo caracteriza. Se encuentra alejado de las ideas de Troland y Muller, quienes atribuían a las enzimas o los genes la esencia de la vida.

No obstante la crítica que hace a Pfluger, reivindica la proposición fundamental de que la "vida surgió del fuego". Sólo el calor del planeta en enfriamiento pudo proporcionar la energía necesaria para la síntesis de los primeros compuestos orgánicos.

La exposición de los procesos que hicieron posible la síntesis de compuestos orgánicos de mayor peso molecular, la continúa en la última sección de su escrito, "De las sustancias orgánicas a los seres vivos".

Dado que el protoplasma tiene una naturaleza coloidal y que sólo las moléculas de gran tamaño producen soluciones coloidales, le interesa mostrar cómo se pasó de los compuestos orgánicos sencillos a los complejos.

Cuando la temperatura disminuyó lo suficiente para permitir la condensación del vapor de agua, lluvias torrenciales inundaron la superficie del planeta y se formó el hirviente océano original. Las lluvias arrastraron hacia el mar las sustancias orgánicas que se habían formado en atmósfera. En su nueva residencia, continuaron su interacción incesante. Los compuestos que cayeron al océano no eran ya tan sencillos, pues en la atmósfera se habían sintetizado los hidroxí- y amino- derivados de los hidrocarburos.

A diferencia de la inexplicada formación de una enzima o de un gene vi^vientes, Oparin enfatiza a lo largo de su proposición la posibilidad de someter a la verificación o refutación experimental sus planteamientos:

Podemos formarnos fácilmente una imagen acertada de este proceso de agregación (polimerización) de sustancias orgánicas sobre la Tierra, mediante su estudio en nuestros laboratorios químicos. De hecho, las condiciones en que se encontraban las sustancias orgánicas en la etapa de desarrollo de la Tierra que estamos discutiendo, pueden reproducirse de una manera relativamente fácil en nuestros laboratorios actuales. Si sometemos tales substan --
cias, como los radicales de los hidrocarburos, a las condiciones descritas anteriormente, y las dejamos solas, nos encontraremos

con que se lleva a cabo toda la cadena de reacciones antes expuesta. Los radicales de hidrocarburos se oxidarán a expensas del oxígeno en el agua y el aire, dando lugar a una gran variedad de derivados (alcoholes y aldehídos, ácidos, etc.). Este proceso de -- lleva a cabo con suma rapidez a elevadas temperaturas y en presencia de fierro y otros metales.

En estas mezclas de productos orgánicos se suelen encontrar compuestos de la naturaleza de los carbohidratos y las proteínas. Siguiendo los postulados del actualismo, Oparin plantea que los compuestos que hoy son la base de la vida también fueron la base de su origen.

Las sustancias que se obtienen artificialmente no son exactamente las mismas que las que se extraen de las células, pero son muy similares a ellas en composición y estructura. Pueden servir, incluso, como alimento de bacterias y mohos.

Los argumentos mediante los cuales defendían Bastian y Herrera la posibilidad de que aún hoy esté surgiendo la vida a partir del mundo mineral, parecen haber sido pensados para responder a W. Preyer, quien afirmaba:

Si suponemos que en algún momento durante el desarrollo de la Tierra, el material vivo surgió por generación primaria a partir del material no vivo, entonces debemos suponer que esto todavía es posible. Sin embargo, el fracaso de los numerosos intentos diseñados para dilucidar este proceso, ha demostrado que es en alto grado improbable. Si, por otra parte, aquellos que estudian la primera aparición de la vida suponen que este fenómeno sólo fue posible en algún momento del pasado remoto pero no en la actualidad, podemos observar que esto también es improbable, ya que las condiciones requeridas para que la vida continúe existen ahora, y de hecho debieron haber existido también en el momento en que se supone que el material vivo se originó a partir de las sustancias inorgánicas: de lo contrario, el producto del primer origen no hubiera podido permanecer vivo por mucho tiempo. Por lo tanto, es difícil ver exactamente qué es lo que falta en este momento en que la generación espontánea es imposible.

Oparin resuelve sin mayor problema el acertijo: hoy ya no existen las condiciones físicas que hicieron posible la síntesis abiótica de material orgánico y aunque estas síntesis ocurrieran las sustancias orgánicas serían devoradas por las ubicuas bacterias. La ausencia de microorganismos en la Tierra primitiva permitió que los compuestos orgánicos se acumularan y se transformaran durante extensos períodos de tiempo. Las transformaciones químicas "estaban dirigidas principalmente hacia la agregación del material y la formación de partículas cada vez más grandes y complejas".

Así se formaron las primeras soluciones coloidales y dentro de ellas siguieron haciéndose cada vez más grandes y complejas las moléculas conforme pasaba el tiempo.

A partir de esas formaciones coloidales se formaron los primeros precipitados, coágulos o geles. Para ello se dispuso de mucho tiempo, así que no puede dudarse de que "las condiciones que llevarían a su formación ... no hayan surgido 'por casualidad' en alguna parte" . Describe así tal proceso:

El momento en que el gel se precipitó, o se formó el primer coágulo, marcó una etapa extremadamente importante en el proceso de la generación espontánea de la vida. En este momento, el material - que anteriormente había carecido de estructura, la adquirió por primera vez; y se llevó a cabo la transformación de compuestos orgánicos en un cuerpo orgánico. No sólo ocurrió esto, sino que al mismo tiempo el cuerpo adquirió individualidad. Antes había estado fusionado, mezclado con todo el resto del mundo, disuelto en él. Sin embargo, ahora se separó, aunque aún de manera imperfecta, de ese mundo, y se aisló del medio que lo rodeaba .

La concepción opariniana se caracteriza por su empeño en el análisis de "totalidades", por su convicción de que las propiedades de sistemas organizados, es decir, formados por partes que se condicionan mutuamente, sólo pueden ser entendidas cuando se considera la evolución de un todo en su conjunto. No busca, como otros autores de principios de siglo, encontrar en alguna parte de la célula o en sistemas subcelulares como los virus, las características vitales esenciales alrededor de las cuales se erigiría finalmente una célula.

Concede una importancia fundamental a la formación de los primeros geles, ya que llega a equiparar ese momento con el origen de la vida:

Con ciertas reservas, podemos incluso considerar a ese primer pedazo de limo orgánico que se formó en la Tierra como el primer organismo. De hecho, debe haber tenido muchos de los rasgos que ahora consideramos característicos de la vida. Estaba constituido de sustancias orgánicas, tenía una estructura definida y compleja, una característica completamente suya. Poseía una cantidad considerable de energía química almacenada que le permitía sufrir -- transformaciones posteriores. Finalmente, aun si no podía metabolizar, en el amplio sentido de la palabra, ciertamente debe haber tenido la habilidad de nutrirse a sí mismo, absorbiendo y asimilando sustancia del medio ambiente, ya que éste es un fenómeno que se presenta en todos los geles orgánicos .

En el párrafo citado al principiar la página, Oparin utiliza la frase "generación espontánea de la vida". ¿Podemos concluir por ello que está defendiendo una concepción de generación repentina de la vida, similar a las de Herrera, Troland, Muller, Bastian y otros? ¿O se trata simplemente de la presencia de la frase mas no del concepto? Me inclino por la segunda posibilidad, pues la formación de estos coágulos es precedida por la formación gradual de compuestos orgánicos cada vez más complejos, además de que esos coágulos no son todavía capaces de metabolizar e irán adquiriendo, a través de procesos lentos y no de eventos súbitos, una serie de propiedades que los harán realmente vivientes.

Por otro lado, es preciso destacar que no se trata de la formación de un

solo gel o de muchos geles de composición, tamaño y forma similares, sino de la aparición de poblaciones variables de coágulos:

Aun si se separaron de la misma solución, no pudieron haber sido exactamente iguales. De una forma u otra deben haber diferido, ya que la igualdad absoluta no existe en la Tierra. Ambos pedacitos se formaron y flotaron en algo que no era sólo agua. Estaban sumergidos, por así decirlo; en una mezcla nutritiva, una solución que aunque era muy diluída, estaba formada por diferentes substancias entre las que se encontraban varios compuestos orgánicos. Y cada uno de estos pedacitos de limo absorbió esas substancias del medio que lo rodeaba. Cada uno de ellos creció a expensas de estas substancias, pero como cada pedacito tenía una estructura diferente, asimilaron el material del medio a diferentes velocidades, uno más rápido que el otro. El que poseía una organización fisicoquímica que le permitía llevar a cabo más rápidamente el proceso de asimilación de substancias, hasta ahora extrañas, del medio ambiente, también crecía más rápidamente que su camarada, más débil y menos organizado. Mientras más crecía y más grande se hacía su superficie la diferencia en la velocidad de crecimiento aumentaba.

Desde la formación original de estos geles comenzaría a jugar un papel central la variabilidad, y será esta variabilidad la que determine que algunos sistemas crezcan y puedan posteriormente dividirse, mientras que otros se desintegran. Razones puramente mecánicas, como el rompimiento de las olas o el oleaje, o la tensión superficial pudieron ser responsables de la fragmentación del coágulo original. Así se formaron nuevos "organismos primitivos", cuya estructura sería similar a la del progenitor pero cambiaría continuamente por la absorción de nuevas substancias del ambiente. Esto se habría repetido durante muchos años:

... en el transcurso de este proceso de cambio, la selección de los pedacitos de gel mejor organizados siempre se estaba llevando a cabo. Es cierto que los menos organizados podían crecer junto con los más eficientes, pero deben haber dejado de hacerlo rápidamente. Aun cuando había substancias nutritivas disueltas en cantidad suficiente para todos, el papel principal siempre fue jugado por las entidades cualitativamente mejor organizadas.

La posición de Oparin respecto a la naturaleza de estos geles es ambigua, pues al mismo tiempo afirma que "Con ciertas reservas, podemos incluso considerar a ese primer pedazo de limo orgánico que se formó en la Tierra como el primer organismo" y que aún no podía metabolizar en el amplio sentido de la palabra. ¿Estaban o no vivos? No podría esperarse que Oparin contestara con toda certeza esa pregunta, puesto que hoy sigue siendo muy difícil establecer la línea de ruptura, la transición, entre un estado previviente que está evolucionando hacia la vida y el estado plenamente viviente. A pesar de esta ambigüedad, Oparin logra hallar en estos coágulos no sólo ciertas propiedades análogas a las de los seres vivos, sino también la operación de las leyes biológicas.

cas. No procede como Troland y Muller, quienes aíslan una estructura o una propiedad de los sistemas vivientes y después asumen que ésta debió existir como punto de partida del origen de la vida. Por el contrario, intenta explicar cómo surge algo nuevo -lo viviente- a partir de sistemas que no viven aún; no plantea la necesidad de que exista una especie de primordio, de forma embrionaria, de lo viviente para que así pueda aparecer la vida. Hasta cierto punto, los planteos al estilo de Troland y Muller son respuestas ad hoc.

Oparin piensa que el primer pedazo de límo orgánico que se precipitó podría representar al primer organismo porque así habría surgido una estructura organizada a partir de una solución coloidal en que las moléculas se hallaban dispersas. Pero este coágulo no sólo estaría organizado, también interactuaría con su ambiente, y estaría sujeto a las vicisitudes determinadas por ese contacto y por las características de su estructura y composición química.

La capacidad de metabolizar surgió sólo cuando los geles habían sido sujetos a un largo proceso de selección natural:

El crecimiento en masa de los geles siguió una progresión geométrica y, por lo tanto, los cuerpos que eran ligeramente superiores sobrepasaron rápidamente a sus camaradas menos eficientes en cuanto a su crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, lenta pero seguramente, de generación en generación, durante muchos miles de años se llevó a cabo un mejoramiento de la estructura físicoquímica de los geles, dirigido principalmente hacia el incremento en la eficiencia del aparato para la absorción y asimilación de compuestos nutritivos. Sobre esta base, toda una serie de nuevas propiedades que no estaban presentes en el gel original deben haber surgido, entre otras la habilidad de metabolizar.

Sólo los geles que fueron capaces de desarrollar mecanismos para extraer de los compuestos orgánicos la energía necesaria para su crecimiento y desarrollo posteriores, continuaron evolucionando, mientras que el resto debió haber desaparecido. ¿Mediante que proceso metabólico habrían extraído esa energía? Hace referencia tanto a la respiración como a la fermentación. En este punto, y juzgando de acuerdo al conocimiento actual, Haldane pudo llegar a una conclusión que hoy consideramos correcta -el metabolismo fermentativo y anaerobio de las primeras criaturas vivientes-, al tiempo que Oparin ponía al mismo nivel, como igualmente probables, la respiración y la fermentación.

Sin embargo, ambos autores coinciden plenamente en que los primeros organismos habrían sido heterótrofos, pues tenían a su disposición una gran cantidad de material orgánico sintetizado abióticamente. Coinciden igualmente en que tras el agotamiento de esas substancias nutritivas surgió la capacidad de sintetizar biológicamente, a partir de componentes inorgánicos, las moléculas orgánicas necesarias para la nutrición y el crecimiento, si bien fue Oparin quien ela-

boró una explicación más convincente y detallada sobre cuáles fueron las presiones de selección que condujeron a la autotrofia:

No obstante, entre aquellos afortunados que habían desarrollado el poder de metabolizar, surgió una lucha violenta por la existencia, una lucha a muerte. La cantidad de material orgánico nutriente en el medio circundante estaba disminuyendo. Parte de ella ya había sido absorbida por los organismos, mientras que otra parte había sido degradada, quemada en el proceso de respiración o fermentación. Sólo los más complejos y eficientes pudieron crecer y desarrollarse, el resto dejó de hacerlo o pereció. Conforme la vida progresó había menos sustancias nutritivas disponibles para los organismos, librándose una lucha más dura y amarga por la existencia y la "selección natural" se hizo cada vez más estricta, rechazando todo lo que era débil o retrógrado, dejando vivir solamente a los organismos más eficientes.

Al fin, llegó el momento en que todas, o casi todas, las sustancias orgánicas, que anteriormente habían servido como el único alimento de los primeros seres vivos, habían desaparecido. Ahora, sólo aquellos organismos que pudieron adaptarse a las nuevas condiciones de vida fueron capaces de mantener y prolongar su existencia. Para este propósito sólo tenían dos caminos abiertos: podían continuar utilizando su antiguo medio de nutrición, adquiriendo las sustancias orgánicas que necesitaban para su alimentación devorando ahora a sus camaradas más débiles, o podrían tomar una nueva dirección y desarrollar, creando dentro de sí mismos, un aparato que les permitiera nutrirse de compuestos inorgánicos muy sencillos.

Solamente aquellos seres vivos que siguieron uno de estos dos caminos pudieron sobrevivir. Habiéndose desarrollado y perfeccionado a sí mismos, dieron finalmente lugar a todas las formas de organismos que podemos observar ahora.

La teoría de Oparin da respuesta, entonces, a dos problemas estrechamente relacionados en su pensamiento: el origen de la vida y el origen de la autotrofia. Se podría conjeturar que sólo dejando de suponer que los primeros seres vivos fueron autótrofos se podía llegar a elaborar una concepción evolutiva sobre el origen de la vida. La conclusión de que poseían, por el contrario, un metabolismo heterotrófico, requería de responder cómo se formaron antes de que hubiera vida los compuestos orgánicos a partir de los cuales se formaron y nutrieron esos organismos ancestrales, mientras que la suposición de que eran capaces de sintetizar su propia materia orgánica no conducía a buscar una explicación para la síntesis abiótica de sustancias orgánicas. Quienes defendieron un origen autotrófico de la vida consideraban que en ausencia de seres vivos es imposible la síntesis de compuestos orgánicos, quizá por ello hacían coincidir el origen de la vida con la formación de moléculas orgánicas en el interior de estructuras minerales (como es el caso ya analizado de Alfonso L. Herrera).

¿Existen, entre los organismos actuales, algunos descendientes directos de las primeras formas de vida? La estructura tan sencilla de las células de

las bacterias y de las algas verdiazules, le lleva a concluir que estos microorganismos se encuentran en el primer peldaño de la escala evolutiva y que son los descendientes directos de las clases más antiguas de organismos: "Han detenido su desarrollo y mantenido intactas todas las características de la estructura de sus ancestros distantes ..." . Si las células complejas han surgido a partir de las más sencillas, no hay ninguna razón para rechazar la posibilidad de que a su vez estas últimas se hayan derivado "de seres que tenían una organización más simple, una que incluso se aproximaba a la de un gel coloidal" .

El proceso que dio origen a la vida en la Tierra es irrepetible, tanto por la desaparición de las condiciones físicoquímicas que hicieron posible la síntesis abiótica de material orgánico como por la presencia de criaturas vivientes:

Es cierto que en la Tierra no existen trazas de estos primitivos seres vivos, pero esto no prueba que nunca existieron. No debe olvidarse que en cierto período de la existencia de la Tierra, debieron haber sido eliminados completamente por sus camaradas más altamente organizados .

Se puede tener la certeza de que el metabolismo heterótrofo es la forma más antigua de alimentación, puesto que está ampliamente distribuida entre las bacterias, los hongos y los animales. Además, éste es el método de nutrición de "los seres vivos menos organizados, tales como los rizomastiginos y los protomastiginos, que son considerados por todos los taxónomos actuales como representantes de los tipos de organización que fueron los natecesores de todos los seres vivos sobre la Tierra" .

Por otra parte, la forma más eficiente de nutrición autotrófica, la fotosíntesis, surgió sólo de después de haber ensayado y agotado otro tipo de posibilidades. Existe una asombrosa variedad de medios de nutrición a partir del mundo inorgánico entre las bacterias, que obtienen energía para sus procesos vitales de la conversión del ácido sulfhídrico en ácido sulfúrico, del amoníaco en ácido nitroso y nítrico, de la oxidación de sales reducidas del fierro. Quizá estas fueron las primeras soluciones al problema planteado por el agotamiento de las moléculas orgánicas que se formaron antes de la aparición de las primeras cosas vivientes.

La utilización de los rayos solares para sintetizar materia orgánica a partir del dióxido de carbono atmosférico surgió después de una larga serie de transformaciones, hasta que finalmente se llegó a constituir un complejo aparato físicoquímico en que la clorofila desempeña un papel crucial.

Como un investigador formado en el área de la bioquímica, Oparin disponía de los conocimientos necesarios para comparar los diversos tipos de metabolismo que se hallan entre las bacterias. En cambio, Haldane consideró que los prime -

ros autótrofos habrían sido fotosintetizadores.

Ambos autores concluyen sus teorías manifestando una fe en que el futuro progreso de la ciencia proveerá los conocimientos que todavía no existen para explicar cabalmente el intrincado problema del origen de la vida:

Con esto terminamos nuestra discusión sobre el origen de la vida. En nuestras mentes, hemos seguido un largo camino desde los átomos de carbono incandescentes de la nebulosa primitiva hasta los seres vivos de nuestros días. Hemos visto que es posible explicar el origen de la vida basando siempre nuestras ideas en hechos científicamente establecidos. Por supuesto, la explicación que hemos dado es sólo una de las posibles. Aún poseemos muy pocos datos disponibles que nos permitan sostener, con absoluta seguridad, que el proceso bajo discusión se llevó a cabo de esta manera y no de otra. Aún sabemos muy, muy poco acerca de la estructura de los geles coloidales y aún menos de la estructura físicoquímica del protoplasma. Pero nuestra ignorancia es ciertamente sólo temporal. Lo que no sabemos ahora lo sabremos mañana. Todo un ejército de biólogos está estudiando la estructura y la organización de la materia viva, mientras que un número no menor de físicos y químicos a diario nos revelan nuevas propiedades de la materia inerte. Como dos grupos de trabajadores excavando desde los extremos opuestos de un túnel, ambos trabajan para lograr el mismo fin. El trabajo ya ha avanzado mucho y pronto, muy pronto, las últimas barreras entre lo vivo y lo no vivo se derrumbarán bajo el ataque del trabajo paciente y el poder del pensamiento científico.

En su primer libro sobre el origen de la vida, que en páginas anteriores hemos glosado abundantemente, Oparin ni siquiera menciona la cuestión de la creación de seres vivientes en el laboratorio, tampoco considera, como lo hicieron entre otros Haldane y Herrera, que sólo esa creación podrá demostrar la validez de la teoría sobre el origen de la vida. ¿Por qué no está presente esta ambición en el planteamiento original de Oparin? ¿Por qué, en cambio, sí aparece en sus posteriores libros publicados en 1936, 1941 y 1957? ¿Por qué en las obras publicadas después del último año ya no discute la posibilidad de sintetizar vida en el laboratorio? Creo que son preguntas que vale la pena responder, ya que, desde mi punto de vista, esa ambición fue uno de los más fuertes impulsos que llevaron a muchos investigadores a diseñar infinidad de experimentos para esclarecer, al mismo tiempo, la cuestión del origen primario de la vida e indagar si es o no posible crear vida en el laboratorio.

Haldane: la sopa primigenia y el origen anaerobio y heterotrófico de la vida

Sus investigaciones evolutivas, genéticas y bioquímicas cubrieron un amplio campo de investigación, del cual no quedó excluida la cuestión del origen de la vida. En 1929 publicó, en el Rationalist Annual, un pequeño artículo sobre este problema, que no obstante su brevedad tiene una profundidad que pocos planteamientos de la época lograron.

Su esbozo histórico muestra la claridad que tenía sobre la contradicción entre los planteamientos de Darwin -que implicaban un origen natural para la vida, muy posiblemente por generación espontánea- y los de Pasteur -que desacreditaron la posibilidad de generación espontánea de microorganismos.

Señala que antes de Darwin:

No parecía importante el que unos cuantos gusanos se originasen a partir del fango. Pero si el hombre descendía de los gusanos, tal generación espontánea adquiriría un nuevo significado .

Curiosamente, no analiza el papel de la teoría darwinista como la que estableció el nexo entre generación espontánea y origen de la vida, como la que hizo aparecer este problema como algo asociado con la teoría evolutiva.

A pesar de Pasteur -dice Haldane-, la mayoría de los biólogos creían que en algún momento del pasado remoto se originó la vida en la Tierra a partir de materia inerte como el resultado de procesos naturales.

Considera que las deducciones de Pasteur a partir de sus resultados experimentales fueron algunas veces demasiado amplias. Desde la muerte de Pasteur ha ocurrido algo muy diferente a lo que éste hubiera esperado, pues "el abismo entre la vida y la muerte se ha reducido notablemente" .

La conexión entre lo vivo y lo no vivo debe establecerse a través de algún eslabón que se encuentre en el límite entre ambos mundos. Por ello, especula sobre la posibilidad de que los bacteriófagos sean el eslabón o la transición entre el mundo de lo inerte y el mundo de lo vivo: "El eslabón entre la materia viva y la inerte es algo que está entre una célula y un átomo" .

Aunque es difícil establecer si el bacteriófago está o no vivo, ya que "claramente desconocemos el criterio de lo que es vida", parece adoptar el punto de vista del genetista estadounidense Muller, quien lo compara con un gene. Pero los genes sólo se encuentran dentro de la célula -dice-, mientras que los bacteriófagos también fuera de ella. Como no puede concluirse con certeza sobre la naturaleza de los genes, prefiere una posición intermedia:

En el presente estado de nuestra ignorancia podemos considerar al gene como un pequeño organismo que se puede dividir en el medio ambiente de provisto por el resto de la célula; o bien como una parte de la maquinaria que la célula viva copia en cada división. La verdad está probablemente entre estas dos hipótesis .

Las enzimas también poseen la capacidad de actuar fuera de las células, como los bacteriófagos, pero dice de ellas que:

... no se producen por sí mismas, aunque toman parte en el proceso de asimilación de alimento para la célula viva. El bacteriófago es tá un paso más allá de las enzimas en el camino hacia la vida, pero es tal vez una exageración el decir que está completamente vivo. Casi en el mismo estado del trayecto se encuentran los virus, que causan enfermedades tales como viruela, herpes, hidrofobia. Sólo pueden multiplicarse en tejidos y pasan a través de filtros que de tienen a las bacterias .

Hasta aquí, Haldane sólo ha tratado de demostrar que no existe un foso in franqueable entre lo vivo y lo inerte. Su teoría sobre el origen de la vida es tá contenida en sólo tres páginas de su artículo original. Esa argumentación le permite legitimar las especulaciones que enseguida elabora.

Cuando el planeta se enfrió lo suficiente, desarrolló una corteza sólida y sólo cuando ésta tuvo una temperatura menor al punto de ebullición del agua comenzaron a formarse los océanos por condensación del vapor de agua. Llega a una conclusión, que seguramente proviene del trabajo de los geólogos, sobre la composición de la atmósfera primitiva:

La atmósfera primitiva probablemente contenía poco o nada de oxíge no, dado que la cantidad actual de este gas apenas es suficiente para quemar todo el carbono y otros restos orgánicos encontrados - bajo y sobre la superficie de la Tierra. Por otro lado, casi todo el carbono de estas sustancias orgánicas y mucho del carbono ahora combinado en yesos, calizas y dolomitas, estaba en la atmósfera como dióxido de carbono. Probablemente una buena cantidad de nitró geno, actualmente en el aire, estaba combinado con metales en for ma de nitruros en la corteza terrestre, de modo que el amoníaco se formaba constantemente por la acción del agua .

Quizá el sol primitivo era más brillante que ahora y la ausencia de oxíge no, y por lo tanto también de ozono, permitía el paso de los rayos ultravioleta químicamente activos, hasta la superficie de la tierra y el mar, o al menos hasta las nubes. Esto hizo posible la síntesis de material orgánico que servirá como base para la construcción de los primeros organismos y también para su alimentación:

Por otra parte, cuando la luz ultravioleta actúa sobre una mezcla de agua, dióxido de carbono y amoníaco, una enorme variedad de - sustancias orgánicas se sintetiza, incluyendo azúcares y aparente - mente algunos de los materiales a partir de los cuales se forman - las proteínas. Este hecho ha sido demostrado en el laboratorio por Baly y sus colegas en Liverpool. En el mundo actual, si dichas - sustancias se dejan expuestas se descomponen, es decir, son des - truidas por microorganismos. Pero antes del origen de la vida de - bieron haberse acumulado en el océano primitivo hasta que éste alcanzó la consistencia de una sopa caliente y diluida. Actualmente, un organismo debe contar con la suerte, destreza o fuerza para obtener su alimento. Los primeros precursores de la vida encontraron alimento disponible en cantidades considerables y no tuvieron com petidores en la lucha por la existencia. Como la atmósfera primiti

va contenía poco o nada de oxígeno debieron haber obtenido la energía que necesitaban para crecer por algún otro proceso distinto al de la oxidación, de hecho por la fermentación. Porque, como Pasteur lo ha dicho, la fermentación es vida sin oxígeno.

En los dos párrafos previamente citados, Haldane llega a conclusiones que todavía hoy siguen siendo fundamentales en el estudio del origen de la vida: el carácter anóxico de la atmósfera primitiva, la presencia de dióxido de carbono y amoníaco, la síntesis química de material orgánico y su acumulación en la sopa primigenia; la energía libre provista por los rayos ultravioleta, la imposibilidad de que hoy vuelva a ocurrir el mismo proceso de síntesis química y de acumulación (no sólo porque hay oxígeno en la atmósfera, sino también por la presencia de microorganismos por doquier), el carácter heterótrofo y fermentativo de las primeras criaturas vivientes. Sería muy interesante saber cómo pudo llegar a todas esas conclusiones en tan breve espacio y sin mayor argumentación, como si fueran ideas obvias. Hasta donde conozco la literatura de la época, no existe ningún autor que defendiera la misma concepción.

Tampoco Haldane explica, más allá de ciertas generalidades, cómo se habrían formado las primeras estructuras que merecen ya el nombre de vivientes. Al igual que otros autores de su época, considera que las bacterias son organismos demasiado complicados para pensar que sean representantes de las primeras criaturas vivientes. Por ello, lo más probable es que éstas hayan sido formas no celulares y que sólo después se alcanzara tal grado de organización:

Los primeros seres vivos o semivivientes fueron probablemente grandes moléculas sintetizadas bajo la influencia de la radiación solar y solamente capaces de reproducirse en el medio -- particularmente favorable en el que se originaron. Presumiblemente cada uno de ellos requirió de una variedad de moléculas altamente especializadas antes de que pudieran reproducirse a sí mismos y dependieron del azar para el abastecimiento de ellas. Esta es la situación actual de la mayoría de los virus, incluyendo los bacteriófagos, los cuales pueden crecer únicamente de la compleja variedad de moléculas encontradas dentro de la célula viva.

(...)

La célula consiste de numerosas moléculas químicas semivivientes suspendidas en agua y circundadas por una capa aceitosa. Cuando todo el mar fue un extenso laboratorio químico, las condiciones para la formación de tales capas deben haber sido favorables; pero a pesar de esto, la vida pudo haber permanecido en el estado viral por muchos millones de años antes de que un arreglo adecuado de unidades elementales se uniera formando la primera célula. Debieron haber habido muchos fracasos, pero la primera célula que tuvo éxito tenía abundante alimento y una inmensa ventaja sobre sus competidores.

Siendo Haldane uno de los más destacados evolucionistas de principios de siglo, creador al lado de Ronald Fisher y Sewall Wright del andamiaje matemático de la genética de poblaciones, resulta extraño que no utilice, como sí lo -

hizo años antes Oparin, el concepto de selección natural para explicar cómo llegaron las primeras estructuras a ser vivientes. Quizá consideraba que el ordenamiento químico que condujo al origen de la vida debió obedecer a leyes diferentes a las biológicas.

El origen monofilético de la vida, concepción defendida firmemente por Darwin una generación antes, le parece una conclusión necesaria porque en los seres vivos se encuentra siempre sólo uno de los dos tipos posibles de moléculas asimétricas:

Si la vida se hubiera originado independientemente en diversas ocasiones, probablemente dichos organismos existirían. Como este no es el caso, probablemente dicho evento ocurrió sólo una vez o más probablemente los descendientes del primer organismo vivo evolucionaron rápidamente hasta suprimir cualquier otro competidor que posteriormente hubiera aparecido en la escena.

Tal como quedó expuesto en el capítulo II, Darwin ya había formulado esta conclusión sobre los orígenes múltiples de las primeras cosas vivientes y el origen monofilético de la diversidad biológica presente y pasada. Probablemente, Haldane conocía esta idea darwinista expuesta en El origen de las especies.

¿Si los primeros seres vivos fueron heterótrofos, entonces cómo surgió el autotrofismo? Haldane también responde a esta interrogante:

A medida que los organismos primitivos utilizaron el alimento disponible en el mar, algunos de ellos empezaron a llevar a cabo en sus propios cuerpos la síntesis, hasta entonces realizada al azar por la luz solar, asegurando de esta manera cantidades abundantes de alimento. Así surgieron las primeras plantas que vivían cerca de la superficie del océano, y elaboraban alimento con la ayuda de la luz solar como lo hacen sus descendientes actuales.

Nuevamente, a diferencia de Oparin que también utiliza el concepto de selección natural para explicar cómo se pasó de la heterotrofia a la autotrofia, Haldane llega a esa conclusión sin explicar cuál fue el mecanismo responsable de tal transformación.

La similitud entre la clorofila y algunas moléculas encontradas en los animales; aunada al hecho de que el oxígeno producido por las primeras plantas habría matado a la mayoría de los otros organismos, le lleva a sugerir la posibilidad de que los animales desciendan de las plantas.

La síntesis en el laboratorio de formas vivientes muy sencillas parece haber sido el criterio universalmente aceptado para que los estudios sobre el origen de la vida alcanzaran el status de científicos:

Las conclusiones anteriores son especulativas, permanecerán así -- hasta que criaturas vivas hayan sido sintetizadas en el laboratorio bioquímico. Nosotros estamos muy lejos de esa meta. Fue sólo hasta este año que Pictel sintetizó por primera vez azúcar de caña

artificialmente. Es dudoso que cualquier enzima sea obtenida completamente pura. No obstante espero vivir lo suficiente para ver una sintetizada artificialmente. Pienso que no podré ver la síntesis de algo tan cercano a la vida como un bacteriófago o un virus, y supongo que pasarán varios siglos antes de que pueda ser sintetizado un organismo viviente. Hasta no lograrse esto, el origen de la vida será materia de especulación. Pero tales especulaciones no son vanas, ya que son susceptibles de ser comprobadas o refutadas experimentalmente :

La fe en la posibilidad de sintetizar vida en el laboratorio parece haber sido compartida por la mayoría de los científicos que se dedicaron a especular sobre el origen de la vida. Las diferencias que había entre ellos residían en si la síntesis era algo realizable hoy, en poco tiempo o ^{en} un futuro muy lejano. Pero no deja de ser sorprendente que hubiera tal unanimidad en esa ambición. Las ciencias naturales de la época estaban muy dirigidas hacia la experimentación, por ello la exigencia de que las cosas sean comprobadas en el laboratorio. Sin embargo, nadie esperaba que para aceptar como científicas las explicaciones sobre el origen del sistema solar haya que lograr su formación artificial. ¿Por qué exigirlo a la teoría sobre el origen de la vida? Esa posición se desprende de la concepción experimentalista de la ciencia, que supone que todo surge de los hechos naturales, de la observación pasiva de aquello que es independiente de nuestra conciencia.

VI. Para no concluir: los problemas teóricos "superados" siguen presentes

Este largo recorrido histórico y epistemológico nos ha provisto de las armas necesarias para mostrar que el desarrollo del pensamiento científico no sigue un curso lineal y siempre progresivo. De hecho, esperamos que haya quedado claro que algunos problemas conceptuales siguen siendo tan difíciles de resolver como cuando fueron planteados por primera vez y que en la investigación sobre el origen de la vida, por no referirnos a otros campos que conocemos menos, han existido por lo menos dos tradiciones conceptuales que llegan hasta nuestros días, sin que ninguna de ellas haya logrado desplazar enteramente a la otra.

En vez de afirmar, como harían quienes se identifican con esas posiciones filosóficas, que esta "indefinición" o esta falta de "superioridad" de una explicación sobre la otra, corresponde a una etapa precientífica de los estudios sobre el origen de la vida, prefiero entender como característica general del desarrollo de todas las ciencias la existencia de explicaciones alternativas para el mismo problema científico. Esto no significa que las explicaciones ten gan la misma validez o que sea imposible decidir entre ellas -en particular, espero haber mostrado que la teoría Oparin-Haldane sobre el origen de la vida es superior a las otras explicaciones en más de un sentido-, sino que cada teoría individual constituye un intento de aproximación activa a los fenómenos naturales, una articulación de diversos supuestos y de variadas formas de interpretar los objetos y procesos naturales.

Tanto en las teorías que son calificadas como exitosas como en las que se descartan como fracasos, debe ser posible poner en claro las razones sociológicas y epistemológicas que llevaron por uno u otro camino. Esto es, no sólo las malas teorías científicas requieren de una explicación sociológica y epistemológica, sino también las que aceptamos como válidas.

El último capítulo de este trabajo pretende solamente explorar algunos de los aspectos de las discusiones contemporáneas sobre el origen de la vida, con el propósito de respaldar el aserto de que la historia y la filosofía de las ciencias deben formar parte de la práctica científica actual y no sólo dedicarse a reconstruir el supuesto museo de los errores del intelecto o a exaltar las grandes realizaciones de la ciencia. Con este objetivo en mente, se justifica la selección de problemas conceptuales analizados en estas últimas páginas: la dificultad para delimitar lo viviente de lo no viviente sobre todo en una perspectiva evolutiva, el resurgimiento de teorías sobre el origen mineral y autotrófico de la vida, la ambición nunca abandonada de sintetizar vida en el

laboratorio, la dificultad para establecer el significado para el origen de la vida de las microestructuras que pretenden simular protocélulas. Aunque la discusión sobre estas cuestiones es muy breve, será el punto de partida para una caracterización posterior sobre el estado actual de las investigaciones sobre el origen de la vida.

Cairns-Smith: una defensa actual del origen mineral de la vida

Quizá el investigador que más ha hecho por hacer aceptable esta concepción en los últimos años es A.G. Cairns-Smith (1966, 1982, 1984). Encuentra en la teoría de la evolución química como antecedente para el origen de la vida, varios problemas sin explicación convincente y -dice- por ello sugiere su alternativa. Sin embargo, su teoría no surge solamente de las debilidades de la teoría Oparin-Haldane, sino también de una concepción estructuralista de la vida, de una concepción propia quizá de un químico, en que la vida es abordada como un objeto de estudio relativamente aproblemático, tan fácil de estudiar como cualquier objeto inerte. Comenzaremos por citar sus críticas a la teoría ortodoxa y luego analizaremos las soluciones que él propone a esas anomalías.

La unidad de la bioquímica terrestre es una guía engañosa para pensar el problema del origen de la vida, pues conduce a pensar que esa unidad existe desde que surgieron las primeras criaturas vivientes. A su vez, esto lleva a la aceptación del concepto de evolución química, proceso a través del cual se habrían formado las unidades de construcción de la vida primitiva. Contra estas ideas consagradas opone la afirmación de que los experimentos de síntesis abiótica -exceptuando quizá los similares al de Miller- han sido en general poco "realísticos", pues no simulan adecuadamente las condiciones de la atmósfera, la corteza y los océanos primitivos, además de que los rendimientos de las moléculas orgánicas, incluidas las más simples, son muy bajos y de que las micromoléculas son constituyentes menores de mezclas muy complejas de compuestos orgánicos polimerizados sin estructura precisa, de la naturaleza de la brea o el alquitrán. Por si eso no fuera suficiente, señala que los nucleótidos no han sido producidos en experimentos "realísticos" como el de Miller.

Para Cairns-Smith, la unidad de la bioquímica de la vida terrestre sugiere que: (1) toda la vida terrestre actual descende de un ancestro común; (2) este ancestro se hallaba muy arriba en el árbol evolutivo; y (3) el sistema bioquímico central ya estaba establecido en ese momento. Así, la unidad de la bioquímica no se referiría al comienzo de la evolución sino a una etapa muy posterior.

Pero esto no tiene por qué ser fatal para la teoría de Oparin. Incluso, éste último plantea un concepto radicalmente nuevo que Cairns-Smith no toma

en cuenta: la evolución prebiológica o evolución de sistemas polimoleculares abiertos con separación de fase. Precisamente, Oparin explica la unidad de la bioquímica como un resultado de la evolución prebiológica y no de la evolución química, o bien como el resultado de la selección natural que ocurrió entre los múltiples orígenes iniciales de la vida.

La propuesta de Cairns-Smith consiste en sugerir que los primeros organismos estaban hechos de manera diferente a los actuales y de diferentes materiales de construcción. Por ejemplo, en vez de pensar en catalizadores como los polipéptidos tendríamos que darle ese papel a catalizadores minerales como las arcillas.

Concede un papel crítico en el origen de la vida a procesos como la cristalización de las arcillas a partir de las soluciones diluidas que se forman cuando el agua se filtra a través de rocas intemperizadas y al crecimiento de estos cristales en los poros de la arenisca.

Concibe el sustrato mineral proporcionado por las arcillas como la base de apoyo para el surgimiento de la compleja bioquímica del carbono. La bioquímica inicial debió ser extremadamente simple y sólo los minerales pudieron proporcionar el andamiaje necesario para erigir después la bioquímica de los compuestos orgánicos. Sin embargo, ese andamiaje original ha desaparecido casi por completo de la bioquímica actual. Esto hace improbable el planteamiento de Cairns-Smith, puesto que en todo proceso evolutivo, sea biológico o no, se conservan "huellas" sobre los materiales y los procesos de las etapas previas.

A pesar de que plantea que la matriz original de la vida fue una estructura mineral -y por tanto excluye los componentes orgánicos como relevantes ab initio-, requiere de genes minerales que le den continuidad al proceso evolutivo. Así, como no ve ningún problema en concebir seres vivos de composición mineral, tampoco le resulta difícil imaginarse que esos sistemas carentes de compuestos orgánicos tengan genes minerales. ¿Acaso no se ha comparado a los genes con cristales aperiódicos (Schrodinger)? Los genes iniciales pudieron ser cristales de arcilla. El paso siguiente a esta solución ad hoc es conferirles a esos genes hipotéticos todas las características que tienen los genes de los organismos actuales: mutación, transmisión hereditaria de los cambios, capacidad de producir un fenotipo alterado que será sujeto a la selección natural. Lo absurdo de la proposición de Cairns-Smith salta a la vista: nos pide que imaginemos un organismo primitivo con una bioquímica mineral pero con genes con las mismas propiedades que los actuales. No existe ninguna razón por la que deba aceptarse que los primeros organismos carecían de compuestos orgánicos pero sí tenían genes minerales. Para Cairns-Smith, el gene es un punto de partida y no un resultado de la evolución prebiológica y de la evolución biológica. Ex-

plica lo nuevo -el gene- suponiendo que ya existía en alguna forma desde el principio. A esta operación de tomar lo que debe ser explicado como el punto de partida, se suma su reducción de la vida -tal como lo hizo Muller, con quien manifiesta su total acuerdo- a los genes. Así, Cairns-Smith revive con concepciones de principios de siglo: Herrera, Muller.

Sin explicar cómo ni por qué, sugiere que los genes minerales fueron - luego sustituidos mediante un proceso de recambio genético por genes orgánicos formados por ácidos nucleicos.

Los defectos en las redes cristalinas podrían ser los modos iniciales para almacenar la información genética. Podrían ser considerados incluso como mutaciones, ya que esos defectos permiten que haya múltiples configuraciones estables alternativas. Una de sus fuentes de inspiración para estos planteamientos parece ser la tecnología de la computación, cuyos avances en el almacenamiento de información en estructuras cristalinas son sorprendentes.

Los cristales minerales son los objetos más comunes concebibles en el ambiente abiótico de la Tierra primitiva que tienen la capacidad de autoensamblarse. Está consciente de que muchos científicos han rechazado desde hace tiempo la analogía entre los seres vivos y los cristales (por ejemplo, cita a Bernal: "La cristalización es la muerte"), pero considera que ese rechazo ha dependido de suponer que los cristales son inertes y que el carbono es mejor para la vida. Nadie podría negar la segunda suposición, pero quizá no fue así desde el principio. Por lo que respecta a la primera, centra su atención en los cristales reales -no hay ningún cristal perfecto-, que siempre tendrán algún defecto de configuración. Enseguida se pregunta si es posible imaginar algún proceso mediante el cual esos defectos se dupliquen cuando el cristal está creciendo. Constesta afirmativamente la pregunta y prosigue con el análisis de las arcillas como modelos de los genes minerales primitivos.

Como si el desarrollo teórico de los últimos sesenta años en lo que respecta al origen de la vida, no hiciera ningún impacto en su forma de plantear la cuestión, Cairns-Smith hace afirmaciones como las siguientes, que habrían sido defendidas a capa y espada por nuestro querido A. L. Herrera:

Alrededor de nosotros, en todo momento, se están cristalizando minerales de arcilla a partir de soluciones diluidas de ácido silícico y de iones metálicos hidratados formados por el intemperismo de las rocas duras .

Una de las consecuencias de esta línea de pensamiento es que el material genético primitivo, o algo similar, debería estar-se formando actualmente en la Tierra .

¿No es sorprendente la persistencia con que se asocia el origen mineral de la vida con la idea de que todavía hoy debe estar ocurriendo lo mismo en algún recóndito lugar del planeta? Esa asociación la encontramos en Haeckel, Bastian, Herrera, Cairns-Smith, y otros. Los autores que favorecen la idea de un origen orgánico y heterotrófico de la vida descartan la posibilidad de que la vida pueda surgir actualmente.

En el crecimiento de los cristales de arcilla, las capas ya existentes influyen en la forma en que se disponen las de nueva formación. Esto lo asimila Cairns-Smith con la función de molde que juegan los ácidos nucleicos. Así, estos genes minerales no sólo serían capaces de almacenar y transmitir "información" -a través de la reproducción de los defectos de los cristales y del efecto, llamésmolo así, inercial que lo ya existente ejerce sobre lo que va a formarse-, sino también podrían evolucionar por un proceso -dice el autor- similar al de mutación-selección natural. Las estructuras cristalinas defectuosas -mutaciones- que podrían tener éxito diferencial tendrían que ver con la forma y con el tamaño. Parece no consternarlo en modo alguno el hecho de que las arcillas no tendrían procesos de reproducción, a no ser los que el -les define como crecimiento de los cristales e influencia de los viejos cristales sobre la estructura de los nuevos.

En algún momento de su evolución, los organismos minerales comenzaron a incorporar compuestos orgánicos:

¿Por qué se introdujeron las moléculas orgánicas? Hay muchas razones. Algunas moléculas orgánicas pequeñas (por ejemplo, los aminoácidos y los ácidos di- y tricarbónicos) pueden hacer los iones metálicos, tales como el aluminio, más solubles. De esta manera, pueden actuar como catalizadores en la síntesis de la arcilla. Otros compuestos (por ejemplo, bases heterocíclicas y polifosfatos) son particularmente adecuados para adherirse a las arcillas, alterando frecuentemente las propiedades físicas de una pasta de arcilla. Las moléculas orgánicas pueden ejercer también efectos poderosos en la forma y el tamaño de los cristales inorgánicos al inhibir el crecimiento de ciertas caras. Esto podría haber sido particularmente importante para la replicación controlada de los genes cristalinos. De igual modo, los polímeros orgánicos podrían haber tenido efectos estructurales, tales como mantener las partículas de arcilla juntas.

Dicho de otra manera, según Cairns-Smith las moléculas orgánicas se introdujeron para beneficiar a la arcilla. Lo orgánico vendría a ser un añadido accesorio, algo que existe por y para el beneficio de lo mineral. Curiosamente, aunque él rechaza la posibilidad de síntesis abiótica efectiva, ahora incorpora a las arcillas compuestos orgánicos salidos quién sabe de dónde.

Al continuar con su construcción teórica ad hoc para dar apoyo a una conclusión a priori -las arcillas fueron el punto de partida de la vida-, su

giere que los precursores del ARN (los primeros genes orgánicos) aparecieron en organismos de arcilla bastante evolucionados. Estos genes de ARN habrían evolucionado específicamente para interactuar con las arcillas, quizá incluso para "leer" la información expuesta en los extremos de los genes de arcilla unidimensionales.

Cuando el ARN se hizo una molécula replicadora, pasó de un rol subalterno a uno central, y allí comenzó el recambio genético que produjo, a partir de una bioquímica mineral, la bioquímica actual del carbono. Quizá el andamiaje mineral sólo desapareció hasta que surgió el sistema de síntesis de proteínas, que posiblemente evolucionó inicialmente como un subsistema extra opcional y sólo después se hizo indispensable. Claro está, eso significa que el código genético apareció en un organismo ya evolucionado.

¿Por qué llevó el recambio genético de lo inorgánico y cristalino a lo orgánico y molecular? He aquí la respuesta de Cairns-Smith:

Porque las estructuras orgánicas pueden ser construidas mucho más finamente (una vez que se tiene la tecnología), lográndose así un control más complejo .

Desde el punto de vista conceptual, la íntima relación entre el origen mineral de la vida y la posibilidad de que hoy siga surgiendo la vida, se ve acompañada casi siempre por la conclusión de que los primeros organismos tuvieron que ser fotosintéticos. El rechazo del concepto de síntesis abiótica y evolución química lleva a Cairns-Smith, igual que a Herrera, a la conclusión siguiente:

¿Cómo fueron introducidas las moléculas orgánicas? Mi prejuicio aquí es por la fotosíntesis desde el principio, usando dióxido de carbono de la atmósfera para producir primero moléculas como el ácido fórmico .

Luego, a partir del ácido fórmico los organismos minerales habrían sintetizado con la ayuda de las arcillas como catalizadores otras moléculas orgánicas más complejas.

Aunque no descarta totalmente la posibilidad del origen actual de la vida, señala que sería muy difícil que los organismos modernos basados en arcillas pudieran alcanzar nuevamente el grado de explotar las moléculas orgánicas, dado que la competencia de los microorganismos basados en el ADN sería demasiado fuerte.

Como parece evidente la dificultad para aceptar que un cristal de arcilla esté vivo, comenta:

Los primeros organismos habrían sido escasamente impresionantes y creo que no vivientes. Se necesitan organismos como un prerequisito para la evolución, pero la "vida" es algo más. Es una idea más bien vaga, una especie de rareza, una complejidad apa-

rentemente propositiva que surgiría gradualmente como un producto de la evolución. Pero los organismos primarios posteriores creo que habrían estado vivos para cualquiera.

Además de ese escape al misticismo de que la vida es algo más que el organismo, resulta que Cairns-Smith se niega a contestar lo que debe contestar toda teoría sobre el origen de la vida: cómo surgió lo viviente a partir de lo que carecía de vida.

Más sorprendente aún me resultó saber que en Cairns-Smith también existe otra par de ideas que ya hemos estudiado en Herrera: la suposición de que casi todo está vivo y la ambición de crear algún día en el laboratorio vida artificial:

El reto experimental más crítico ahora es seguramente descubrir genes cristalinos, no de un solo tipo sino de muchos tipos, ni tampoco sólo minerales. Imaginémoslos haciendo experimentos con cristales que puedan evolucionar, planteándoles problemas -aplicando presiones de selección- y viendo cómo los enfrentan. De cualquier modo, esto sería algo muy interesante a hacer, independientemente de qué estén hechos los cristales. Encontraríamos rápidamente si son plausibles las versiones minerales de los sistemas replicantes, aunque podríamos perder el interés en nuestros ancestros últimos cuando tengamos en nuestras manos los primeros organismos de otro tipo: los primeros organismos de nuestra propia invención.

Este breve análisis de la teoría de Cairns-Smith sobre el origen de la vida nos ha mostrado el resurgimiento en un científico actual de ideas de principios de siglo: origen mineral y autotrófico de la vida, planteo de que quizá hoy pueda seguir apareciendo de novo la vida, la extensión de la capacidad de vivir a casi cualquier organización material, ambición de crear vida en el laboratorio. Algunos exégetas dirían que estos planteamientos "arcaicos" deben ser simplemente ignorados y desechados como la locura de un raro científico -- que no se mantuvo al paso con el avance de las investigaciones sobre el origen de la vida, pero yo creo más bien que este tipo de "renacimientos" tiene que ver con el hecho de que la teoría de Oparin no ha respondido la cuestión de una manera que satisfaga a todos, además de que parece haber ciertos problemas metateóricos respecto a la forma en que se concibe el origen de la vida, es decir, se trata de problemas que se desprenden de la dificultad para alcanzar una concepción unánime sobre lo que debe entenderse por el fenómeno de la vida. Hasta cierto punto, puede decirse que los físicos, químicos y geólogos siguen más cercanos de una concepción reduccionista y mecanicista de la vida, mientras que los biólogos se esfuerzan mucho más por destacar la especificidad de la vida, sin que eso signifique que sean vitalistas en el viejo sentido del término. También los astrónomos (Hoyle, 1978; Hoyle y Wicramasinghe, 1979) han defendido concepciones muy simplistas sobre el origen de la vida. Quizá esta facilidad con que se atribuye la capacidad de vivir a cualquier porción de materia tenga que ver con la supervivencia del animismo del que la física tuvo que desembara-

zarse para llegar a ser tal.

Como una muestra de que las ideas de Cairns-Smith no son una excepción, y por ello atribuibles a una anomalía en el curso progresivo de la ciencia, pasaremos a examinar sucintamente las ideas de Carl Woese sobre el origen autotrófico de la vida.

Woese, las metanógenas y el origen autotrófico de la vida

Como Cairns-Smith, Woese pretende que la teoría de Oparin no resuelve el problema del origen de la vida y presenta sus ideas como alternativa a la concepción ortodoxa, sólo para retornar a las concepciones contra las que surgió en los años veintes la teoría de Oparin.

Woese no rechaza la totalidad de la teoría de Oparin, pues acepta la sin tesis abiótica y una evolución química más o menos limitada. En resumen, su al ternativa consiste en la suposición de que la vida surgió no en los océanos si no en la atmósfera del planeta, ya que la superficie del mismo estaba al principio tan caliente que hubiera sido imposible que se precipitara el vapor de agua para formar océanos. Por ello, los primeros sistemas previvientes debieron surgir en la fase de gotitas de vapor de la atmósfera. Los primeros seres vivientes fueron quimioautótrofos del tipo de las bacterias metanogénicas; más aún sólo la aparición de estos microorganismos hizo posible que la atmósfera primitiva del planeta perdiera su enorme concentración de CO_2 y pasara a ser más similar a la actual: las metanógenas habrían sido responsables de que el efecto invernadero en la Tierra no tuviera una sucesión en cadena como en la atmósfera de Venus. Entonces, desde su origen la vida comenzó a transformar globalmente el planeta.

Según Woese, la teoría de Oparin debe ser criticada porque propone que la vida surgió de un modo que es básicamente no biológico, y de una manera en que los sistemas biológicos así producidos están sólo periféricamente relacionados con los procesos que les dieron origen. Las fuentes de energía libre postuladas como responsables de la síntesis abiótica (descargas eléctricas, luz ultravioleta, etc.) son fuentes de energía no biológica, son más bien destructoras de sistemas biológicos:

La serie de eventos que postula la formación de compuestos iniciales en la atmósfera superior, su acumulación gradual y reacción posterior en (y en relación con) la hidrósfera, seguidos eventualmente por la "explosión" hacia la vida es un curso altamente unidireccional... la vida no es una consecuencia inevitable de este esquema; el océano de Oparin seguiría transformando las moléculas orgánicas, creando complejidad, independientemente de que en algún momento surgiera o no la vida y luego desapareciera rápidamente (por fracasar en desarrollar a tiempo las propiedades postuladas que la harían autosuficiente. Quizá, lo que es más importante, este esquema es inaceptable porque la vida que

surge es básicamente destructora de la organización que la precedió; por sí misma, no contribuyó al aumento de la complejidad química en el planeta (hasta que finalmente evolucionaron los organismos fotosintéticos).

Detrás de estos planteamientos se encuentra una concepción determinista sobre el origen de la vida, pues sugiere que su aparición debe ser concebida como algo inevitable. La vida debe ser un principio organizador desde el momento de su origen, no un principio destructor de las condiciones que la hicieron posible, ya que Oparin plantea que los primeros organismos heterótrofos agotaron las moléculas orgánicas de origen abiótico. ¿Qué razones impulsan a Woese a defender una concepción de la vida como organizador? Sospecho que, como ocurre frecuentemente en la ciencia, primero llegó a la conclusión de que sus amadas bacterias metanógenas debieron ser los primeros organismos vivientes y luego se dedicó a buscar las "evidencias" que sustentaran tal opinión. Como las metanógenas son quimioautótrofas, debe justificar que los primeros eubiontes fueron capaces de aumentar desde el principio, en vez de destruir, la complejidad química en el planeta.

Señala también que la polimerización sólo es posible en ambientes primitivos deshidratantes, lo cual refuta la hipótesis de Oparin de un océano primitivo en el que apareció la vida. El "oparinismo" debe ser abandonado. ¿Qué nos ofrece a cambio Woese?

En los términos más simples, el postulado básico que gobierna el origen de la vida parece ser este: la manera en que surge la vida es fundamentalmente la misma que las formas en que la vida se mantiene a sí misma y evoluciona después de su aparición. La evolución prebiótica no es un conjunto de condiciones especiales, una dinámica peculiar cuya esencia es descartada y reemplazada por otra dinámica, otras condiciones, cuando surge la vida. Los estados previvientes deben poseer los atributos básicos de los vivientes, porque estos atributos no son atributos de los "organismos vivientes" per se; son características de un proceso general de transformación de la energía en organización. Bajo esta suposición, el papel de la luz solar en los tiempos prebióticos es más que calentar el planeta; la radiación visible debe ser de hecho la fuente de energía primaria para la síntesis prebiótica. El punto focal para la química prebiótica, para la organización prebiótica, son los centros para la absorción de luz visible... Por lo tanto, los primeros organismos vivientes que surgieron no serían los heterótrofos tipo clostridia que los biólogos esperarían bajo la influencia del oparinismo. Las primeras células se desarrollaron a partir de las fuentes de la bioquímica prebiótica, no de los sumideros de ella; los organismos primitivos deberían ser, por lo tanto, autótrofos y fotosintéticos.

Woese elabora una visión diferente de lo que fue el escenario primitivo del planeta, cuya superficie habría estado tan caliente que el agua se acumularía como vapor en la atmósfera densa y rica en CO₂ y con cantidades me-

nores de H_2 , CO , CH_4 , H_2S , NH_3 y/o N_2 . Corrientes de convección llevarían a la atmósfera partículas de polvo que tenderían a disolverse en el vapor de agua y le servirían como lugar de condensación; de este modo, se formarían pequeñas gotas de agua salada en las nubes de la atmósfera.

Para Woese, en tal atmósfera todas las etapas de evolución son básicamente "celulares", ya que la fase de gotitas serviría como una definición natural de la protocélula, es en el interior de ellas donde comienza a producirse la bioquímica.

Aunque aquí la composición química no sea estrictamente mineral, como en Herrera y Cairns-Smith, en esas gotitas suspendidas en la atmósfera ocurrirían las reacciones de síntesis abiótica y luego la fotosíntesis propiamente biológica. ¿Resultaría exagerado señalar que en estos autores subyace la vieja idea de los cuatro elementos fundamentales: agua, aire, tierra y fuego (en su acepción moderna de energía)? También me parece sorprendente la necesidad que manifiestan de recurrir a la presencia de alguna estructura similar a la célula para aceptar que allí pueda sintetizarse materia orgánica, ¿no es esta negación de la síntesis abiótica una reminiscencia del vitalismo? ¿por qué siempre se exige la presencia de una matriz mineral o de una gotita que se parezca a la célula? En este esquema, no hay una diferencia clara entre lo que sería la síntesis abiótica y la evolución química y lo que sería la síntesis biológica y la evolución biológica de las moléculas orgánicas. Parecen pensar que lo viviente, lo biológico, tuvo que serlo desde el principio, que no puede haber realmente una transición o una transformación de lo químico en lo biológico.

En el interior de las gotitas de Woese ocurrirían reacciones químicas entre los gases de la atmósfera sin la necesidad de fuentes de energía destructoras, como las descargas eléctricas. Sin embargo, en la atmósfera estarían presentes no sólo las descargas eléctricas y las radiaciones ultravioleta, sino otras formas de energía y otros procesos que darían al traste con el esquema ad hoc de Woese.

Si bien plantea que los primeros seres vivientes debieron ser fotosintetizadores, concede un lugar mucho más destacado a las metanógenas, ya que éstas habrían hecho posible -al transformar el CO_2 atmosférico en CH_4 - que se rompiera el efecto invernadero en cadena y así disminuyera la temperatura superficial del planeta y comenzaran a acumularse los mares por la precipitación del vapor de agua atmosférico. Con esto, Woese sugiere que es muy probable que el metabolismo más antiguo sea el metanogénico y no el fotosintético. En realidad, parece haber recurrido a la idea de fotosíntesis biológica simplemente para negar que sea posible la síntesis abiótica.

El planteamiento de Woese está construido en la ignorancia de la concepción de Oparin y de los resultados actuales que se han obtenido en las investigaciones realizadas siguiendo las ideas que Woese concibe como frenos al avance.

Woese comparte con Herrera y Cairns-Smith una concepción panvitalista, pues al igual que ellos no advierte ningún problema en que lo carente de vida la adquiera, parece como si toda la materia la poseyera como una propiedad latente que sólo espera las condiciones adecuadas para manifestarse.

La síntesis de vida en el laboratorio: una ambición no superada ni lograda

Cuando este sueño se encuentra en el pensamiento de autores que resulta fácil calificar como "locos" o "extravagantes", como es el caso de Alfonso L. Herrera o de la "bióloga" soviética Olga Lepeshinkaya, suele considerarse como una anomalía entre los científicos, que se supone no aceptarían como dotada de sentido tal pretensión.

Sin embargo, también en pensadores que nadie se atrevería a considerar productores de ideas fantasiosas, se encuentra la discusión del mismo problema, si bien discurre por vías más centradas, y siempre como una posibilidad futura, pero aún así muy real.

Trataremos aquí solamente algunos de los planteamientos hechos al respecto por dos autores de muy desigual calidad: A.I. Oparin y Olga Lepeshinskaya. ¿Por qué ellos y no otros? Al gran biólogo soviético lo elegí porque es el creador de la teoría contemporánea sobre el origen de la vida y porque su análisis de la cuestión que nos ocupa aparece sólo en sus obras previas a los sesentas, es decir, en sus libros escritos en el período en que el lisenkismo estaba en auge o aún conservaba cierta presencia, a pesar de estar en bancarrota. La ciencia soviética creció asociada, tanto en la organización de la investigación como en el contenido de los planteamientos teóricos, a la necesidad de superar retos a veces descomunales, a la suposición de que la ciencia socialista debe proveer al hombre de las capacidades para realizar cualquier cosa que se proponga siguiendo la operación de las leyes naturales. Supongo que en Oparin la discusión de la posibilidad de sintetizar vida en el

laboratorio está asociada con la imagen del hombre socialista como dominador de la naturaleza y que por ello mismo, si es capaz de desentrañar las vías que la naturaleza siguió para producir las primeras criaturas vivientes, deberá también ser capaz de reproducir en el laboratorio, siguiendo las mismas leyes naturales pero en un tiempo infinitamente más corto, los procesos que condujeron al origen de la vida sobre la Tierra.

Seguramente, fue esta convicción de la capacidad del socialismo para lograr todas las metas propuestas, además de sus propias convicciones materialistas y de las posibles presiones políticas, lo que provocó la sorprendente adhesión de Oparin a las ideas defendidas por Lepeshinkaya. El último texto en que logré localizar una exposición sobre la posibilidad de crear vida, es el publicado en 1957 (El origen de la vida sobre la Tierra), lo cual no significa que en ninguna publicación posterior haya abordado Oparin ese asunto.

En su primer libro sobre el origen de la vida, aparecido en 1924, Oparin no se refiere a la posibilidad de sintetizar vida en el laboratorio, a pesar de que podría esperarse que sí lo hubiera hecho en ese texto, puesto que en esos años había varios autores que defendían tanto teórica como experimentalmente esa posibilidad. Quizá Oparin no lo discutió para que su teoría sobre el origen de la vida no fuera confundida con las ideas de esos autores desprestigiados.

En la segunda edición de su libro, profundamente modificada tanto en la cantidad y calidad del sustento observacional y experimental como en la adopción del materialismo dialéctico como guía para comprender los procesos de transición de lo químico a lo biológico, Oparin cierra su obra con algunas reflexiones sobre el asunto que nos ocupa:

Hoy día, cuando ha sido estudiada con todo detalle la organización interna de los seres vivos, tenemos razones más que fundadas para considerar que, más tarde o más temprano, lograremos reproducir artificialmente esa organización y demostrar así directamente que la vida no es sino una forma especial de existencia de la materia. Los éxitos alcanzados últimamente por la biología soviética nos permiten confiar en que esa creación artificial de seres vivos muy sencillos no sólo es posible, sino que se conseguirá en un futuro no muy lejano.

Sin embargo, agrega enseguida que se debe "rechazar categóricamente todo intento de renovar los viejos argumentos en favor de una repentina y espontánea generación de la vida". La complejidad del organismo más simple es infinitamente mayor que la de cualquier solución orgánica, además de que los seres vivos aparecieron tras un largo proceso evolutivo, no de un momento a otro.

La forma en que Oparin y Haldane concebían la posibilidad de reproducir en el laboratorio lo que la naturaleza hizo por su propia cuenta, no cae en los planteamientos más bien simplistas de Herrera o de Stephane Léduc.

Antes de proseguir con nuestro análisis de Oparin es necesario introducir a otro de los actores de este asunto: Olga Lepeshinskaya. Para comenzar, reproducimos una noticia sobre sus investigaciones aparecida en 1950 en el Soviet Monitor y citada por C. Zirkle en su obra Evolution, Marxian Biology, and the Social Scene (1959), como prueba del efecto contaminador de la ideología marxista sobre la ciencia:

Por el trabajo descrito aquí, Madam Lepeshinskaya recibió un premio Stalin de primera clase.

Olga Lepeshinskaya ha logrado mostrar que la formación de nuevas células en los organismos vivientes ocurre no sólo a través de la multiplicación de las propias células, sino también a través de su desarrollo directo a partir de la materia no celular, que está siempre presente en el organismo.

Hace unos cuantos días, la Profesora Lepeshinskaya expuso su trabajo en una conferencia ante la Academia de Ciencias de la URSS. Demostró la posibilidad de desarrollo de organismos biológicos y células a partir del albumen sin estructura de los huevos de varias aves. Esta investigación demostró que el albumen del huevo no es sólo un medio nutriente sin vida, sino materia viviente capaz de desarrollarse y formar células.

El trabajo realizado por la Profesora Lepeshinskaya y sus colaboradores, ha introducido muchos nuevos elementos en el estudio de las propiedades de la materia viva y suscitó un vivo interés y la merecida aclamación de prominentes científicos soviéticos que advirtieron el enorme significado de estas investigaciones para la biología y la medicina.

Así, el Académico Trofim Lysenko afirmó que los datos obtenidos -- por la Profesora Lepeshinskaya al estudiar el origen y desarrollo de las células de la materia viviente, constituyen una gran contribución al desarrollo de la teoría de la biología Soviética Michurinista. Contribuyen a obtener una comprensión correcta de los fenómenos de una nueva formación en el mundo orgánico, a comprender y explicar el surgimiento de nuevos tipos de organismos dentro de la especie vieja.

El trabajo de la Profesora Lepeshinskaya fue también muy elogiado por los Académicos Alexander Oparin, Evgeni Pavlovsky, Alexei Speransky, Nikolai Anichkov y otros. La conferencia recomendó a los biólogos, agrobiólogos y trabajadores médicos soviéticos iniciar la investigación a gran escala en el campo del desarrollo de la materia viva y su forma no celular y utilizar en medicina y agricultura los resultados obtenidos por la Profesora Lepeshinskaya y sus colaboradores.

Por si dudáramos de la honestidad de Zirkle, que a través del estudio histórico del lisenkismo y de otros asuntos nada brillantes de la biología soviética ha intentado combatir al marxismo y al socialismo, tenemos las palabras del propio Oparin para demostrar la adhesión de Oparin a los geniales descubrimientos de Lepeshinskaya.

La dificultad para conseguir escritos de Oparin que hablen sobre esta cuestión reside en que, posiblemente, tras la caída de Lysenko dejó de citar elogiosamente a éste y a otros michurinistas como Lepeshinskaya. Sin embargo, es

toy seguro que la lectura de los artículos publicados por Oparin a principios de los cincuenta proporcionaría abundantes evidencias de la posición que mantenía respecto a la creación de vida en el laboratorio. Por lo pronto, y para los objetivos de esta breve discusión, bastará con citar las ideas que Oparin expone en un artículo traducido al francés y publicado en 1953 por las Editions de la Nouvelle Critique.

"Está fuera de duda que en su aparición la materia viviente no poseía una organización celular", afirmación que apoya con los comentarios de Engels aparecidos en el La dialéctica de la naturaleza sobre los monera, provenientes en realidad de Haeckel. No obstante, incluso la diferenciación morfológica de la materia de carácter más primitivo que la estructura celular también debió ser precedida por una larga evolución química. A continuación afirma que:

El estudio comparativo de las formas actuales más simples de la vida, muestra que en una serie de casos las sustancias indicadas están ya del todo diferenciadas químicamente, pero no están todavía separadas en forma de estructuras morfológicas celulares. En este sentido, es necesario atribuir en principio un enorme significado a las recientes investigaciones sobre la regeneración de los microorganismos a partir de formas filtrables de bacterias y sobre la posibilidad de la formación de estructuras celulares a partir de formas no celulares de la sustancia viviente. Con el ejemplo de la formación de células a partir de esférulas vitelinas de los huevos de aves y de otro material, O.B. Lepeshinskaya ha mostrado que las estructuras celulares pueden aparecer dentro de una sustancia viviente desprovista de esta estructura. Esto ha destruido el dogma de Virchow, que durante tanto tiempo ha dominado la biología y según el cual una célula sólo puede aparecer a partir de otra célula. Estas investigaciones de Lepeshinskaya abren una amplia vía para el estudio de las formas de vida más simples que el protoplasma celular y para investigaciones ulteriores sobre el problema de la evolución de la materia viviente.

Se trata de una deferencia obligada a una investigadora premiada por la Academia de Ciencias y que ocupaba un sitio muy destacado dentro del Partido Comunista? ¿O bien, Oparin estaba convencido de la veracidad de las proposiciones de Lepeshinskaya? Para poder concluir con certeza se requiere hacer más investigación, y este será uno de los puntos que abordaré en un próximo trabajo.

Ahora démosle la palabra a la propia Lepeshinskaya. El único texto suyo que pude conseguir apareció en las memorias del primer simposio internacional sobre el origen de la vida celebrado en 1957 en Moscú. Su trabajo es muy breve y sólo presenta argumentaciones teóricas sin ningún sustento observacional o experimental. Manifiesta su acuerdo con Oparin en que la vida surgió asociada con la evolución de sistemas orgánicos multimoleculares como los coacervados, pero no acepta que en la actualidad no puedan existir en condiciones naturales formas de vida similares a las originales::

... consideramos que bajo condiciones naturales existe, aún ahora, una amplia distribución de las formas precelulares de existencia de la materia, que surgen en el proceso del desarrollo individual de las células de los seres vivos contemporáneos en obediencia a la ley biogenética de la recapitulación. Este es el eslabón inferior en el ciclo de desarrollo del material vivo contemporáneo. La forma precelular contemporánea de la materia viva debería ser similar, de acuerdo con la ley biogenética, pero no idéntica, al material vivo primario a partir del cual evolucionaron los organismos actuales.

Luego argumenta que en el laboratorio ha sido posible demostrar la transformación de formas no celulares de vida en células y señala que esto se ha logrado para las bacterias. De acuerdo con su criterio, la nueva teoría celular que propone ha derribado el principio de que toda célula proviene de otra célula. Pretende que también es posible que se desarrollen, al igual que las bacterias, las células de animales y plantas superiores, con lo cual la investigación en biología habría adquirido una nueva dirección.

En suma, Lepeshinskaya defendía en los cincuenta la creencia de la generación espontánea revestida con un ropaje teórico prestigiado: la ley de la recapitulación biogenética. Claro está, su planteamiento no parecía uno de generación espontánea, ya que pretendía que el material no celular a partir del -- que se formaban nuevas células ya estaba vivo, porque había sido extraído de las células o había sido producido por sistemas vivos.

No deja de ser sorprendente el éxito que alcanzó en la Unión Soviética la "nueva teoría celular" de la señora Lepeshinskaya. Las razones fundamentales de su aceptación tienen que ver con que proporcionaba una base de sustento a los planteamientos lisenkistas sobre la herencia de los caracteres adquiridos y sobre la casi infinita plasticidad de las plantas para cambiar según los deseos de los agrónomos. Las ideas de Lepeshinskaya aparecen en la cresta de la ola partidista que llevó al lisenkismo a convertirse en verdad de Estado. Hasta donde conozco, fuera de la Unión Soviética fueron totalmente rechazadas las conclusiones de Lepeshinskaya, que no parece haber gozado del beneficio de la duda de que disfrutaron los planteamientos de Lysenko.

Si las ideas de Lepeshinskaya sobre el origen constante de nuevas formas de vida a partir de lo inerte se hallaba en absoluta contradicción con la conclusión de Oparin de que hoy ya no puede surgir nuevamente la vida, entonces ¿por qué hizo Oparin declaraciones a su favor? A mi juicio, en este caso debieron pesar mucho más las presiones políticas que la posible convicción científica de que tuvieran algún sentido las proposiciones de Lepeshinskaya. No debe olvidarse que Oparin fue una figura importante en la ciencia soviética, y como tal debía obedecer ciertas directrices oficiales, so pena de ser visto como -- sospechoso de compartir las teorías de la "biología burguesa" de occidente.

Posiblemente, la defensa de la posibilidad de crear vida en el laboratorio se desprenda también de la exigencia de la prueba experimental para la validación de una teoría científica. Tanto Herrera como Oparin y Haldane, comentan que la síntesis artificial de vida demostrará las teorías sobre el origen de la vida que defienden.

La abundante presencia de los seres vivientes en la Tierra imposibilita que la vida aparezca de novo a partir de la materia no viviente, razón por la cual el único escenario en que eso podría volver a ocurrir es el laboratorio, si bien alcanzar el éxito en tal tarea de "mimetización" de la naturaleza está todavía lejos de los alcances humanos:

Por esta razón la existencia actual de vida, el proceso de evolución de la substancia orgánica, el proceso de formación de la vida, bosquejado en las páginas anteriores, no puede ser observado directamente es decir, en condiciones naturales en la actualidad. Los intervalos de tiempo enormemente largos que separan los diferentes pasos de este proceso impiden reproducir en el laboratorio lo que ocurrió en la naturaleza.

Queda, sin embargo, el problema de la síntesis artificial de los organismos, pero para su solución es esencial el conocimiento exacto de la estructura interna de los seres vivos. Incluso la síntesis de las combinaciones orgánicas relativamente simples sólo puede ser -- conseguida cuando se conoce más o menos completamente la disposición de los átomos en su molécula. Y como es natural, esta afirmación tiene mayor exactitud en el caso de esos sistemas complejísimo que constituyen los organismos. Estamos todavía muy lejos de poder ser un conocimiento comprensivo de los organismos vivientes para poder soñar con obtener su síntesis química. Por tanto, las actuales investigaciones acerca del origen de la vida deben limitarse a los estudios de carácter puramente analítico.

Nos encontramos ante el colosal problema de investigar y estudiar cada uno de los períodos del proceso evolutivo que hemos bosquejado en estas páginas. Debemos ahondar en el estudio de las proteínas, debemos conocer la estructura de los sistemas orgánicos coloidales, de los fenómenos de la organización protoplásmica, etc. El camino es largo y duro, pero sin duda conducirá al perfecto conocimiento de la esencia de la vida. La formación artificial o síntesis de los seres vivientes está muy remota, pero no es una meta inalcanzable si se sigue esa ruta.

A diferencia de investigadores como Herrera y Léduc, cuyas investigaciones eran guiadas por una voluntad "sintética", Oparin manifiesta que el objetivo central de las investigaciones sobre el origen de la vida no debe ser lo -- grar la creación artificial de la vida, sino comprender los procesos naturales que le dieron origen en la Tierra.

Entre el libro que acabamos de glosar y la tercera edición del mismo, median veintiún años. Podría esperarse que los progresos de la investigación biológica hubieran aumentado o disminuido el optimismo de Oparin sobre la posibilidad futura de crear vida en el laboratorio. Sin embargo, su posición siguió siendo en esencia la misma.

Su adhesión al lisenkismo parece haber sido dictada no sólo por razones de obediencia a una línea partidaria, sino porque estaba convencido de que ofrecía una explicación más dialéctica de las relaciones entre el organismo y su medio. En cambio, sus elogios a Lepeshinskaya son menos creíbles como convicciones teóricas que como obediencia de militante que defiende las decisiones del partido para no poner en riesgo su posición institucional e incluso su propia vida.

Antes de volver al análisis de las ideas de Oparin sobre la posibilidad de crear vida en el laboratorio, escuchemos la conclusión de Lepeshinskaya:

En conclusión, quiero enfatizar que el principio de la nueva formación de células a partir de las formas precelulares del material viviente, abre nuevas perspectivas para el estudio de la cuestión del origen de la vida. La teoría sobre el desarrollo del material viviente nos permite usar material más próximo a la forma original de la vida que la célula. Este material proporciona a todas las formas transicionales entre el material precelular más simple y el protoplasma celular de su complejidad morfológica, química y biológica. Debo añadir unas cuantas palabras. Nuestro congreso aún no ha terminado, pero ya está claro que mucha gente cree que los procesos de la vida no están confinados dentro de la estructura de la organización celular. Este valioso intercambio de ideas nos aproxima más a la conclusión de que el material de la vida es la proteína que puede desarrollarse y determinar el desarrollo. Y por ello recordamos ahora con agradecimiento las palabras de Frederick Engels: "La vida es el modo de existencia de los cuerpos albuminosos"

La figura más descollante en el simposio internacional sobre el origen de la vida celebrado en 1957 en Moscú era, sin duda alguna, el propio Oparin. La comunicación de Lepeshinskaya que acabamos de glosar no recibió ningún comentario a favor o en contra. En su libro publicado ese mismo año, El origen de la vida sobre la Tierra, Oparin critica muy brevemente a Lepeshinskaya:

El conocido libro de O. B. Lepeshinskaya, Origen de células a partir de la sustancia viva, representa un nuevo intento de rehabilitación de los experimentos de Pouchet, y con ello, de resucitar la teoría de la generación súbita. Pero cualquier tentativa de este género es impotente ante la crítica experimentalmente fundada, y, como Terejovskii indicaba, se encuentra condenada al fracaso ya desde el primer momento.

En las dos últimas páginas de su libro, Oparin también responde implícitamente a Lepeshinskaya, si bien sorprende que aún después de haber criticado el extremo dogmático a que se llevó la idea de síntesis de vida, Oparin no haya sido capaz de desprenderse de tal ambición.

Al problema de si actualmente la vida puede surgir en la Tierra de modo primario, es decir, directamente a partir de la materia inerte "muchos responden de manera puramente especulativa, asegurando que toda forma de movimiento de la materia, si ha tenido ocasión de surgir una vez, debe igualmente poder

surgir ahora. Por supuesto, esto es correcto por lo que se refiere al Universo en general, pero no necesariamente a propósito de un sistema limitado particular, tal como, por ejemplo, nuestro planeta".

Así pues, la pretensión de Lepeshinskaya de que la ley biogenética determina que hoy siga pasando lo que al principio no tiene validez para nuestro planeta ni para el cosmos en su conjunto, ya que no se trata de una recapitulación, sino de un proceso evolutivo que puede proceder solamente cuando se dan las condiciones naturales necesarias.

Para refutar que hoy pueda surgir de novo la vida, Oparin utiliza el ejemplo del origen del hombre y plantea que la especie humana no podría surgir nuevamente hoy: "difícilmente podría aceptarse que la especie humana se origine todavía en la actualidad por algún medio diferente al de la reproducción ordinaria a partir de seres homólogos". El origen de la vida representa un cambio evolutivo tan importante y tan irrepetible como el origen del hombre en la Tierra:

Imaginemos ahora una masa de agua estéril (desprovista de seres vivos), en cuyo seno existan disueltas diversas sustancias orgánicas diferentes. Abandonada a sí misma, en su interior se producirán paulatinamente aquellos mismos procesos de metamorfosis química a que hicimos referencia en párrafos previos de este libro. Eventualmente, al término de muchísimos millones de años, estos procesos desembocarán en el surgimiento de vida. Por el contrario, si en este medio orgánico se introducen seres vivos activos (por ejemplo, bacterias), el curso de los acontecimientos será muy distinto, ya que en tal caso prevalecerá, pasando a ocupar el primer plano, una forma más perfecta de movimiento de la materia. A partir de aquel instante, la conversión de lo inerte en viviente discurrirá a través de los nuevos mecanismos metabólicos, caracterizados por su colosal rapidez de acción, muy superior, desde luego, a la de los viejos procedimientos de naturaleza química. En las señaladas circunstancias, quedará por completo excluida toda posibilidad de que la vida surja primarariamente (es decir, sin intervención de otros organismos vivos), ya que la inmensa mayoría de las sustancias orgánicas presentadas en la solución son procesadas por los mecanismos metabólicos a una velocidad con la cual no pueden competir los fenómenos organoquímicos.

Con esto, Oparin responde a quienes pretendían en su propio país, basados en una interpretación mecanicista pretensamente materialista dialéctica, que lo que ocurrió una vez en la Tierra debería ocurrir nuevamente, pues de lo contrario se le estaría otorgando a la vida un carácter demasiado espe cial. Sin embargo, ¿qué pasaría si en algún lugar de nuestro planeta no existen seres vivos y se dan las condiciones físicoquímicas necesarias para el surgimiento de novo de la vida? He aquí la respuesta de Oparin:

Supongamos que en un rincón determinado de nuestro planeta y por razones desconocidas, faltasen los organismos vivos, pese a concurrir allí condiciones apropiadas para el desarrollo de la vida. Es indudable que en una situación tal, podría concebirse el que aún en nuestros días tuviese lugar una formación primaria de vida. No obstante, para que esta hipótesis resulta aceptable, sería necesario en primer lugar que se descubra este fenómeno en el medio natural, cosa que hasta el presente no ha sido conseguido. A nuestra manera de ver, la resolución del problema del origen de la vida encuentra perspectivas muchísimo más amplias en el estudio de los mecanismos metabólicos de conversión de la sustancia inerte en viviente. Al mismo tiempo, el análisis detallado de los procesos metabólicos nos permitirá eventualmente el llegar a su reproducción artificial en el laboratorio. Una vez que se halle bien conocida esta elevada forma de organización de la materia (metabolismo), será posible sintetizar vida mediante procedimientos infinitamente más rápidos que los utilizados originalmente por la Naturaleza. De algo se puede estar seguro, y ello es que esta meta será alcanzada en un futuro ya no muy lejano.

¿Por qué se esfumó esta "seguridad" de la que hablaba Oparin? En sus libros y artículos escritos pocos años después, no vuelve a mencionarse el asunto. Tal parece que conforme se conoció mejor la organización molecular de las células, esa esperanza se esfumó en vez de verse realizada. Posiblemente, también jugó un papel el progresivo distanciamiento de Oparin respecto a las posiciones lisenkistas y leleshinkayistas.

Los alquimistas pretendieron transmutar los metales viles en oro y rescatar la vida humana de la inevitable muerte; concebían tal empresa como una -- mezcla de procedimientos mágicos y científicos, esto es, como un penetrar en los misterios de la naturaleza por la vía de la magia y al mismo tiempo a través del conocimiento de las regularidades del mundo real. Así, se trata de un intento a medio camino entre lo que hoy llamamos complacientemente, y más por ignorancia que por convicción, la confrontación entre superstición y ciencia.

Esta complacencia nos ha llevado también a pensar que la ciencia contemporánea se encuentra muy alejada de aquellas desorbitadas ambiciones, y que todas sus búsquedas se desprenden pura y simplemente de una comprensión racional de la naturaleza, habiendo expulsado del campo de la investigación experimental todo lo que pertenece más bien al mundo de la ensoñación que al de la razón.

Sin embargo, las cosas no son tan sencillas. Los sueños fáusticos -reflejo de la voluntad de poder, de control, de subyugación y también, por qué no decirlo, de la pretensión de superar la frágil y transitoria condición humana al adueñarse de los atributos de la divinidad: la creación, la inmortalidad, el goce y el sufrimiento sin límites- siguen siendo parte integrante de las ciencias actuales.

Uno de estos sueños, compartido por la inmensa mayoría de los científicos de la primera mitad del siglo XX, consistía en la creación de las formas y estructuras más sencillas de los seres vivientes. Para algunos investigadores, esa creación aparecía ligada al problema del origen de las primeras criaturas vivientes en la Tierra: toda teoría propuesta al respecto debía aportar las pruebas experimentales que la avalaran. ¿Qué mejor prueba para una teoría sobre el origen de la vida por procesos físicos y químicos que la creación de las criaturas vivientes más sencillas en el laboratorio? Esta sería la prueba definitiva del carácter material de la vida, y daría al traste con todas las especulaciones idealistas que la hacían depender de algún principio metafísico.

Quienes confiaron en coronar prontamente con el éxito ese intento son hoy recordados como investigadores que erraron el camino, que torcieron la -- vía siempre recta de la ciencia. Mas se olvida que otros científicos de la -- misma época, severos críticos de los que llamaron a destiempo a celebrar la victoria, también compartieron esa ambición, si bien esperaban que el futuro e inevitable progreso de la ciencia hiciera realidad lo que era todavía un sueño.

¿Cómo olvidar que al lado de figuras hoy menospreciadas -como Stéphane Leduc, Alfonso L. Herrera y Olga Lepeshinskaya-, otras de gran prestigio compartieron la misma ambición? No sólo los más importantes teóricos mecanicistas, como Jacques Loeb, sino también pensadores que se reclamaban materialistas dialécticos, como John Burdon Sanderson Haldane, Alexandr Ivanovich Oparin y Marcel Prenant.

Sin duda, esa ambición se transformó en el leitmotiv de las investigaciones de los más exaltados, pero también los mesurados contribuyeron a rodearla de un prestigio teórico. Visto desde la perspectiva contemporánea, cuando ya casi ningún científico se atreve a defender abiertamente esa pretensión, ese período suele ser juzgado con un rigor casi judicial: se declara culpables a los blancos más fáciles -que cometieron el error de llevar al límite un credo común-, mientras que se exculpa a quienes fueron incluso los autores intelectuales pero fueron lo suficientemente precavidos para borrar las huellas de sus pasos a través de esas sendas prohibidas.

Hemos analizado ya las ideas de Herrera sobre la síntesis de vida en el laboratorio. Nos toca ahora asomarnos a los planteamientos, entre otros, de Leduc, Oparin y Lepeshinskaya. A primera vista, resulta muy dudoso colocar en el mismo fiel de la balanza a científicos de tal desigual valía, más aún cuando la compatriota de Oparin ni siquiera merece tal calificación. Empero, no pretendo más que mostrar la presencia de ese "sueño fáustico" tanto en pensadores de primera línea como en quienes han pasado a la historia como charlatanes o simplemente como investigadores demasiado exaltados.

Las fuentes de que se desprende esta caracterización no fueron tantas como hubiera deseado. Siempre que me fue posible leer un texto original elaboré mi propia interpretación; cuando no, dependí de las hechas por otros investigadores.

Comencemos con Leduc, cuyas proposiciones escandalizaron a los científicos franceses de principios de siglo, sobre todo porque hacían renacer al moribundo que Pasteur parecía haber enterrado definitivamente: la teoría de la generación espontánea.

Al igual que Herrera, toma como punto de partida una idea que había sido planteada ya por Haeckel, a saber, que la generación espontánea debería buscarse no en medios de composición orgánica, sino de composición mineral. Las primeras criaturas vivientes debieron haber surgido directamente a partir del mundo mineral, y sólo después de su formación pudieron constituirse medios de composición orgánica, razón por la cual resultaba ilusorio buscar la generación espontánea en soluciones de compuestos orgánicos, como lo había hecho el rival derrotado por Pasteur, Félix Archimede Pouchet. También el bacteriólogo inglés John Bastian, buscó a principios de siglo la generación espontánea en soluciones minerales.

En 1910, Leduc publicó La teoría físicoquímica de la vida y las generaciones espontáneas. Concibe la generación espontánea como una necesidad conceptual de una teoría evolutiva unitaria que explique tanto la historia como el origen de las criaturas vivientes.

En Inglaterra, Bastian había sido proscrito por la Royal Society, ya que sus artículos fueron rechazados cuando los presentó para ser publicados en la revista oficial de tal institución. Igual suerte corrió Leduc en Francia, -- pues sus trabajos fueron excluidos por la Academia de Ciencias de las Comptes Rendues. Herrera formó parte de este grupo de proscritos en que se hallaban otros investigadores que también lograron dar a conocer sus "hallazgos revolucionarios", aunque casi siempre en revistas que no pertenecían a lo que podría llamarse el "primer circuito de la ciencia". Estas revistas subalternas existen en casi todos los campos de investigación y sería muy interesante esclarecer cuáles son las funciones que juegan y si son una especie de espacio tolerado para la expresión de los investigadores que no se ajustan totalmente a las reglas de un determinado "campo disciplinario". Como quiera que esto sea, esos espacios alternativos, por llamarlos de algún modo, se han hecho cada vez más escasos a lo largo del siglo XX.

Leduc entiende la difusión y la ósmosis como los actos elementales de la vida. Por ello, basta con reproducir en el laboratorio estos procesos y obtener formas similares a las de las criaturas vivientes, para que nos aproximemos a la anhelada meta. La vida es en esencia un movimiento de líquidos acotados por una membrana. Al elemento dinámico se asocian determinadas formas características de las cosas vivas; comparte con Herrera la fascinación por la forma como criterio central para delimitar lo viviente. Ambos produjeron excelentes imitaciones de células en mitosis, amibas, plantas, hongos, invertebrados, tejidos, órganos, etc.

Como la morfogenia debida a la ósmosis sólo requiere de las substancias

más simples distribuidas en toda la superficie del planeta y en los seres vivos, debe hallarse aquí la clave del origen de la vida: "¿Es posible pensar y admitir que las condiciones tan simples del crecimiento osmótico no se presentaron muchas veces en el pasado de la Tierra?" (Thullier, 19 , p.).

En la base de los procesos biológicos se hallan fenómenos fundamentalmente físicos, tan simples como la difusión y la ósmosis. Los fenómenos energéticos a los que se refiere Leduc son también de naturaleza física; su reduccionismo tan extremo lo mantiene muy alejado de una visión química o propiamente biológica de la vida, de allí que no sea extraña la imagen tan simplista que se forma de los procesos vitales.

Leduc estaba convencido de que el rechazo a sus ideas provenía del predominio entre los científicos franceses de posiciones que en el fondo eran religiosas; ya que se trataría de las:

...tendencias místicas de un gran número de sabios que de intentan la autoridad, tendencias que se manifiestan en la invocación, para explicar los fenómenos de la vida, de una fuerza desconocida, en la acogida entusiasta de rayos extraordinarios, en el interés por un sudario milagroso, en las incursiones en el dominio del espiritismo y de lo sobrenatural.

(citado por Thullier, 19 , p.)

Los planteamientos reduccionistas de Leduc y otros autores, como Albert y Alexandre Mary, entusiastas partidarios y difusores de la plasmogénesis de Herrera, fueron criticados por el filósofo idealista Henri Bergson, quien en su L'Évolution créatrice descarta las figuras osmóticas de Leduc como meras imitaciones de las formas vitales que no esclarecen ni la composición química interna de los seres vivos ni la naturaleza de sus procesos fisiológicos.

Alrededor del problema del origen de la vida y de la creación artificial de la vida en el laboratorio, se estableció una polémica entre los mecanicistas y los idealistas. Estaba en juego no sólo establecer si los procesos físicos y químicos conocidos bastan para explicar la forma, el funcionamiento, el origen y la historia evolutiva de los organismos, sino también si el idealismo, el misticismo y la religión podían seguir utilizando las dificultades para explicar satisfactoriamente la naturaleza de la vida como pretextos para rechazar las concepciones mecanicistas.

El neovitalismo de Bergson y Driesch provocó respuestas de connotados científicos mecanicistas, como Loeb, Henderson, Troland, etc. Aunque estos últimos acusaban a los neovitalistas de negar la posibilidad de esclarecer científicamente los fenómenos de la vida, no debe olvidarse que su extrema necesidad de demostrar la compatibilidad entre lo físico-químico y lo biológico, llevada a tal grado que incluso desaparecía lo propiamente biológico al ser reducido a pura física y química, los condujo a elaborar una imagen muy simplificada de los procesos vitales. Por ello, la reacción de los idealistas no era del todo injustificada, y su desacuerdo con los mecanicistas no tiene por qué ser entendido como una toma de posición anticientífica.

Jacques Loeb decía - que si todos los fenómenos biológicos podían ser explicados en términos físico-químicos, "nuestra vida social y ética deberá recibir una base científica y nuestras reglas de conducta deberán ser puestas en armonía con los resultados de la biología científica" (La conception mécanique de la vie, 1914, p. 1).

La facilidad con que los supuestos "resultados científicos" pueden ser manipulados para servir a intereses que anteceden a la investigación, era claramente percibida por quienes llamaban a ser cautos con las conclusiones que parecían desprenderse de la nueva religión de la humanidad, cuyas verdades aspiraban a ser inapelables por su "exacta correspondencia" con el mundo real.

Si, como afirmaba Loeb, la biología contemporánea es esencialmente experimental y no descriptiva como la del siglo XIX, la cuestión del origen de la vida tendrá que ser investigada a través de la experimentación, hasta que sea posible reproducir ese proceso a voluntad, igual que se ha logrado reproducir en el laboratorio la contracción de un músculo aislado, los tropismos, la fecundación, etc. Saber de dónde viene la vida y qué es la muerte tiene un interés que desborda lo científico, ya que la ética deberá ser influida por la respuesta que se dé a esta cuestión (Ibid., p. 4)

Además, actualmente nada hace suponer que la producción artificial de materia viviente esté fuera de los alcances de la ciencia:

Esta concepción no es contradictoria con la idea de Arrhenius de que los gérmenes de dimensión bastante pequeña -- son empujados a través del espacio por la presión de radiación, y que si estos gérmenes caen en nuevos cuerpos cósmicos provistos de agua, de sales y de oxígeno, y que tengan además una temperatura adecuada, dan lugar a una nueva evolución de organismos. Ciertamente, la biología conservará esta idea; pero pienso que debemos buscar la solución de otro problema, que consiste o bien en lograr producir la materia viviente o bien de encontrar por qué esto no es posible.

(Ibid., pp. 4-5)

Las esperanzas, luchas, esfuerzos, fracasos y sufrimientos que son la materia de la vida humana, deberán ser sujetos a un análisis físicoquímico, del mismo modo que fue posible explicar bajo esa concepción las manifestaciones de la voluntad y del instinto animal en los casos simples de tropismo. Así, la vida humana con toda su complejidad y sus contradicciones parecería ser simplemente una consecuencia de instintos biológicos con una rígida base físicoquímica. A no dudarlo, esto tiene consecuencias éticas:

Si nuestra existencia está basada sobre el juego de fuerzas ciegas y no es más que una cuestión de azar; si nosotros mismos no somos más que mecanismos químicos, ¿cómo puede existir para nosotros una ética? Es necesario responder que nuestros instintos son la raíz de nuestra ética y que estos instintos son hereditarios, exactamente en el mismo grado que la forma del cuerpo.

(Ibid., p. 41)

No seríamos, pues, más que autómatas de nuestros instintos inconscientes y por ello no seríamos responsables de nuestros actos, ya que no haríamos lo que deseamos sino lo que se desprende de nuestra constitución física y química. Pero, ¿entonces qué impacto ha tenido en la vida del hombre la organización social? Esta sólo parece introducir frenos o desviaciones, mas no modificaciones fundamentales:

Las condiciones económicas, sociales, políticas, e incluso la ignorancia y la superstición pueden refrenar los -- instintos hereditarios o desviarlos y crear así una civilización donde se desarrolla una ética defectuosa o restringida.

(Ibid., pp. 41-42)

En el pensamiento occidental parece haber sido muy común esta posición. En Freud la hallamos como represión de la libido y su desviación hacia otros objetivos como condición para el desarrollo de la civilización; en Nietzsche como crítica de la bastardización de la vida en el mundo europeo, al negar los derechos de la vida como acción desbordada que no admite límites y no se reduce a la mera adaptación pasiva; en Spengler como decadencia de occidente por la pérdida de los valores aristocráticos, por la ausencia del impulso que caracterizó al hombre fáustico. En general, puede decirse que las posiciones organicistas o biologicistas han estado asociadas a concepciones deterministas y fatalistas de la historia, así como a la defensa de los privilegios de las minorías contra la irrupción de las masas rebeladas.

¿Qué significa que algo esté vivo en el contexto del origen de la vida?

Siempre ha sido difícil precisar en qué consiste el estado de organización de la materia que llamamos viviente. Son bien conocidas las dificultades que se encuentran cuando se exige que todo objeto que reconocemos sin duda alguna como viviente cumpla con ciertas propiedades, tales como capacidad de reproducirse, metabolizar, crecer, tener un sistema genético que garantice la transmisión de los rasgos hereditarios, etc. ¿Acaso no está viva una mula a pesar de ser incapaz de dejar descendencia; o una semilla que tiene una tasa metabólica apenas perceptible y que puede durar siglos sin germinar, o un microorganismo congelado a temperaturas cercanas al cero absoluto?

Sin embargo, salta a la vista que establecer cuáles son las características definitorias del estado viviente tiene un interés que rebasa el ámbito de lo científico para llegar a ser una cuestión filosófica y moral. Quizá la atención que este asunto ha merecido se deba en parte al interés por separar con precisión lo viviente de lo no viviente, no sólo por su relevancia teórica sino también práctica. Piénsese lo poco que habrían avanzado la medicina y la agricultura, si hubieran carecido de una caracterización de los agentes microbianos responsables de ciertas enfermedades y de algunos procesos de reciclamiento de los elementos químicos entre la atmósfera, la biósfera, la corteza y los océanos.

Si con los objetos que tenemos ante nuestros ojos biológicos y teóricos, ya que gran parte de los procesos vitales no los vemos en el sentido tradicional del término, hallamos callejones sin salida en la búsqueda de una definición de lo viviente, ¿qué puede esperarse respecto al intento de esclarecer cómo fueron los primeros seres vivos que aparecieron sobre la Tierra?

Gran parte de las diferencias entre distintas concepciones sobre el origen de la vida se desprende de caracterizaciones muy dispares sobre cuáles fueron las capacidades de los primeros sistemas vivos. ¿Fueron células, grandes moléculas orgánicas semejantes a los ácidos nucleicos, sustancias minerales como las arcillas, tenían los mismos bioelementos y compuestos orgánicos que hoy?

Con objeto de mostrar, a través del análisis de unos cuantos autores, que este problema fundamental para comprender la cuestión del origen de la vida todavía no está resuelto, veremos algunas definiciones de lo que es la vida en los científicos que se han ocupado de intentar esclarecer su origen.

Comencemos con las más generales, que reflejan una actitud más bien reduccionista. El científico marxista inglés John D. Bernal -reconocido como un gran cristalógrafo e historiador de la ciencia-, propone una "definición provisional" de la vida teñida por un reduccionismo fiscalista que cabría no esperar de alguien que tan cerca estuvo de los planteamientos del diamat stalinista, que con todos sus pecados fue enemigo jurado del reduccionismo en la explicación de los procesos biológicos: "La vida es una autorrealización parcial, continua, progresiva, multiforme y condicionalmente interactiva de las potencialidades de los estados electrónicos atómicos" (El origen de la vida, 1976, p. 263). Para entender esta definición habría que definir también cuál es el significado de cada una de las palabras que la componen, camino en el que no seguiremos a Bernal, pues sólo nos importa mostrar que dentro de esta definición podrían caber muchas cosas más que las vivientes, además de que no proporciona ningún criterio claro para las investigaciones sobre el origen de la vida.

Lo mismo ocurre con la sugerida por el bioquímico estadounidense Melvin Calvin, premio Nobel de química por sus investigaciones sobre la ruta del carbono en la fotosíntesis: "... la vida es, o puede ser, un resultado del comportamiento de los átomos y de la arquitectura de las moléculas" (Chemical Evolution, 1969, p. 254).

Establecer criterios para diferenciar lo inerte de lo viviente es fundamental para quienes experimentan con sistemas que pretenden simular a los antecesores inmediatos de las primeras criaturas vivientes. Siguiendo la visión de Oparin, Fox y Dose (1977) consideran que "la unidad de la vida primitiva ... fue la protocélula" (p. 262), pero no siguen a Oparin en la suposición de que la protocélula fue un producto tardío de la evolución prebiológica, ya que -afirman- el desarrollo de las macromoléculas precursoras y su ensamblaje para producir una protocélula fue un proceso sencillo y directo.

Entonces, esto significaría que las microesférulas que estos autores forman en el laboratorio a partir de polipéptidos producidos en condiciones presumiblemente similares a las de la Tierra primitiva son algo más que modelos. Es decir, podría darse el caso de que en el laboratorio se esté experimentando con protocélulas similares en lo esencial a las que fueron la -- unidad de la vida primitiva.

La tentación de que se está a uno o unos cuantos pasos de producir vida en el laboratorio parece estar todavía presente en estos investigadores. Según ellos, las restricciones estereoquímicas provocarían que los aminoácidos se unieran entre sí para dar polipéptidos con un grado limitado de heterogeneidad: el orden surgiría, por lo menos de una manera inicial, del autoordenamiento de los monómeros y no de un proceso posterior de criba similar a la selección natural.

A partir de este orden inicial encerrado en las secuencias de aminoácidos en los polipéptidos se producirían después sistemas como las microesférulas, cuya abundancia y diversidad de polímeros las capacitaría para realizar actividades similares a las de las enzimas, compartimentalizar las reacciones químicas dentro del sistema, tener ultraestructura membranosa, retener selectivamente las macromoléculas y proliferar de una manera primitiva.

La aparición de las unidades de la vida primitiva o protocélulas es concebida por Fox y Dose como un proceso tan rápido, sencillo e ineluctable que bastarían unas cuantas horas para que ocurriera en las condiciones primigenias del planeta:

Si suponemos que estaban presentes aminoácidos, los pasos de polimerización y esferulización {formación de microesférulas} habrían sido inexorables en muchos ambientes de la corteza terrestre primitiva. Los procesos fueron abruptos y muy rápidos, ocurrieron fácilmente en menos de la mitad de un ciclo diurno. Los productos fueron tan numerosos que sólo es posible expresarlos mediante números exponenciales. Algunos de los productos se habrían formado durante la noche y entonces habrían sido protegidos de la radiación solar destructiva; el agua que cubría las unidades orgánicas supramoleculares las habría protegido después de que se ensamblaran al contacto con ella.

(Fox y Dose, 1977, p. 263)

Detrás del surgimiento de las primeras criaturas vivientes se hallaría un proceso determinístico que empuja rápida y seguramente las reacciones para la formación de polímeros y luego de microsistemas abiertos. Estos habrían derivado su orden de los polipéptidos que los conformaban, los que a su vez lo derivaron de los aminoácidos que se entrelazaron para dar macromoléculas. ¿De dónde habrían derivado su orden los aminoácidos? ¿Cuál es el

ordenador inicial o último? Esta versión moderna del más simple determinismo laplaciano conduce también a la búsqueda de un Creador y a la negación de la historia como espacio en que pueden surgir novedades no contenidas en las etapas precedentes.

Sin embargo, es innegable el valor de las proposiciones de Fox y Dose, puesto que las etapas evolutivas previas condicionan fuertemente los resultados posteriores. Que la vida no surgió a partir del desorden absoluto parece una afirmación razonable, pero suponer que en la materia interestelar presente en nuestra galaxia (p. 264) ya estaban presentes las causas naturales que llevarían a la aparición de la vida es un abuso de la visión retrospectiva, que halla su punto sólido de apoyo en el hecho de que hay vida en la Tierra. A mi juicio, se trataría de una especie de "predicción retrospectiva" elaborada a partir de productos ya formados.

En cada una de las etapas del largo proceso evolutivo que antecedió a la aparición de la vida se formaron productos que condicionaron las etapas subsecuentes; razón por la cual la vida como producto terminal debió tener sólo una o unas cuantas combinaciones de componentes y de propiedades:

Las fuerzas autoorganizadoras presentes en cada etapa restringieron evidentemente la amplitud de la evolución temprana a una senda más estrecha. Aunque los experimentos y las consideraciones geológicas sugieren que en la Tierra surgió un protoorganismo en numerosas ocasiones y en numerosos y diferentes ambientes, los tipos habrían estado limitados por restricciones internas. Los resultados podrían ser interpretados, eones después [el eon es una unidad de medida del tiempo que incluye eras geológicas, y cuya duración es de miles de millones de años], como una fuente única, a pesar de que lo que estaba en acción era una senda casi única en cada generación de novo.
(Ibid., p. 265).

No obstante las coincidencias que existen entre la concepción de Fox y la de Oparin, entre estos teóricos se ha dado una sorda polémica desde hace años. Sólo recordaré aquí algunas de las discusiones más importantes, que tocan directamente el punto que analizo en estas últimas páginas.

En 1963, se celebró en Wakulla Springs, Florida, E.U., un congreso sobre el origen de la vida en que participaron, entre otros, Oparin, Haldane, Bernal, Fox, Oro y Ponnamperna. En la discusión que siguió a la presentación de un trabajo sobre las microesférulas formadas con polipéptidos -modelo de sistema precelular originalmente propuesto en los años 1950s por Fox-, en la cual Richard S. Young se esforzó por enfatizar la enorme similitud de estas microestructuras en forma, tamaño y propiedades con las células más sencillas, Oparin comenzó su crítica diciendo "Quisiera saber si estas espléndidas fotografías son o no fotografías de microscopio electrónico de secciones de objetos fijados". La respuesta provino no de Young, sino de Fox: "Dr. Oparin, usted vió micrografías electrónicas no publicadas y mostraré algunas de ellas en el próximo artículo, por primera vez en este congreso. Las secciones son de especímenes fijados con tetróxido de osmio". Enseguida, Oparin reconoció lo impresionantes que eran las micrografías, pero no dejó de señalar que sería mejor verlas sin fijar, ya que la fijación con frecuencia produce artefactos. Nueva respuesta de Fox: los mismos resultados se obtienen con material sin fijar al observarlo al microscopio óptico.

Quizá la primera noticia que tuvo Fox del trabajo de Alfonso L. Herrera la escuchó de los labios de Oparin, quien sutilmente cerró la discusión recordando su contacto con el biólogo mexicano:

Hubo una vez un investigador mexicano, de nombre Herrera, que antes de la guerra me envió una serie de preparaciones microscópicas que obtuvo artificialmente y en algunos casos incluso a partir de materiales inorgánicos. Las preparaciones se dieron a un microscopista muy eminente, quien no sólo decidió que eran cosas vivientes, sino que incluso las clasificó. Sin embargo, eran verdaderos artefactos. Estoy lejos de pensar que estas imágenes puedan ser comparadas de algún modo con el obsequio de Herrera. Pero aún así, sugiero que es necesario ser cuidadoso con esto.

Como las imágenes son bellas, uno debe ser especialmente crítico en su evaluación.

La sutileza y elegancia de la crítica, a pesar de que Oparin negara que estuviera comparando las microesférulas con los artefactos de Herrera, no fue suficiente como para que Fox quedara conforme. En infinidad de publicaciones posteriores, Fox criticó los coacervados -propuestos en los años 1930s por el bioquímico holandés Bungenberg de Jong como modelos para estudiar el protoplasma celular, y luego retomados por Oparin como modelos de los sistemas que antecedieron a la aparición de las primeras células vivientes- porque se forman a partir de macromoléculas de origen biológico extraídas de las células y no de polímeros sintetizados abióticamente. Por esa razón -dice- los coacervados no son un buen modelo para etapas de evolución prebiológica, ya que entonces no existirían las proteínas y ácidos nucleicos que Oparin usa en su laboratorio para formarlos.

Oparin defendió su modelo demostrando que también es posible formar coacervados con polímeros de origen no biológico y con una estructura tan simple como la poliadenina o la polilisina. Así, los componentes del microsistema pueden ser tan simples como los que usa Fox y sintetizarse en condiciones presumiblemente prebióticas.

Mas la defensa de mayor peso la hizo Oparin a nivel teórico, argumentando sin mencionar a Fox pero sí a otros que habían criticado su modelo, que esas críticas provenían de una incomprensión de cuál es el papel de los modelos en la investigación científica:

Es importante discutir los argumentos de algunos autores (Smith y Bellware, 1966) contra el uso de las gotas coacervadas como modelo de los probiontes en el curso de su preparación a partir de biopolímeros. Este aserto se asemeja al argumento contra el uso de modelos matemáticos porque los signos matemáticos no pueden surgir abióticamente y formar los símbolos gráficos de las nociones abstractas o al argumento contra el análisis de ciertos procesos con ayuda de modelos de simulación en computadora porque una computadora difiere del objeto simulado en su composición química y naturaleza física. Sólo una falta de comprensión del papel de los modelos puede explicar estos argumentos: Un modelo debe corresponder al original no en todas o en tantas como sea posible de sus propiedades, sino sólo en aquellas propiedades que se están estudiando en un experimento con modelos.

Luego de una larga argumentación para defender a los coacervados como modelos de estructuras precelulares, Oparin concluye dirigiéndose al blanco más sólido y prestigioso que en todo lo anterior no había mencionado:

Por lo tanto, el uso de biopolímeros y de polímeros sintéticos estructuralmente similares puede proporcionar información que difícilmente podría ser obtenida a través del trabajo con, digamos, polímeros térmicos de aminoácidos que difieren de las proteínas en el tipo de enlaces y en la estructura primaria.
(Oparin y Gladilin, 1980, pp. 136-137)

Aunque comenzó su defensa criticando a Smith y Bellware, la concluyó descalificando a los amados "proteínoides" o polipéptidos térmicos de Fox. Siendo las microesférulas de este último el modelo más conocido después de los coacervados, es evidente que la defensa y el ataque de Oparin iban dirigidos más bien a Fox que a los trabajos mucho menos conocidos de Smith y Bellware.

¿Cómo no ver en el encabezado con que Fox y Dose discuten el significado teórico de las microesférulas ("¿Precursor evolutivo plausible u organismo primitivo sintético?") un eco de las investigaciones de Herrera y una respuesta casi veinticinco años después a los comentarios críticos de Oparin en el congreso de 1963? Quizá es un eco del que los propios autores no están conscientes, ya que en su argumentación no mencionan ni a Herrera ni a Oparin. O quizá es un eco que mis imaginativos oídos quisieron escuchar. Como quiera que sea, veamos cómo responden Fox y Dose a la pregunta que se plantean:

Numerosos comentarios, muchos inéditos, sobre si las microesférulas de proteínoides representan la síntesis de laboratorio de un protoorganismo (cf. Sylvester-Bradley, 1973; Sherman y Sherman, 1975) requieren que esta cuestión sea examinada a la luz de los experimentos. Como los términos "vida" o "viviente" todavía no son definidos objetivamente, se usan escasamente aquí.

La discusión precedente ha enfatizado que existe una diferencia entre un organismo primordial y un organismo contemporáneo; el no hacer esta distinción es con frecuencia una fuente de dificultades en las discusiones.

En primer lugar, podemos decir categóricamente que las microesférulas de proteínoides no son organismos contemporáneos. ¿Son ejemplos de modelos de la vida primordial? Nuestra respuesta a esta pregunta es que son simulaciones de la vida primordial o, para hablar más estrictamente, de la unidad de la vida primordial: la protocélula. Sin embargo, la definición de la vida primordial es en cierto modo aún más difícil de establecer que la definición de la vida contemporánea. Hasta donde sabemos, no tenemos a mano una muestra de la vida primordial para propósitos de comparación. Por lo tanto, lo que se ha producido en el laboratorio puede ser, con base en el análisis conceptual, no más que una simulación de un tipo de vida primordial en la Tierra.

(Fox y Dose, 1977, pp. 250-251)

No afirman que la microesférula esté viva o que pretendan lograr que en algún momento lo esté, pero la manera en que retoman la interesante distinción establecida por Herrera entre las características de los seres vivos más sencillos de la actualidad y los primeros vivientes, hace sospechar que, por lo menos de una manera soterrada, conservan la ambición de crear artificialmente la vida en el laboratorio.

De acuerdo con ellos, la microesférula de proteínoides es capaz de evolucionar hacia una célula contemporánea. Esta afirmación, más de orden conceptual que experimental, requiere de una demostración experimental acabada. El sólo pensar que en las cuestiones evolutivas es posible proporcionar tal tipo de pruebas me parece indicio inequívoco de que los experimentos que realizan tienen como impulso subyacente una ambición parecida a la de Herrera. Seguramente, no es una mera casualidad el que Fox sea el investigador en el campo del origen de la vida que más ha reivindicado la obra de Herrera.

Los términos que eligen para referirse a las microesférulas son también reveladores: una microesférula sería "un protoorganismo proliferativo sintetizado en el laboratorio" (*Ibid.*, p. 151). ¿Si no estuvieran buscando la síntesis de la vida, por qué retoman las ideas expuestas por Pirie en su artículo de 1954 -al que nos referiremos más adelante- "On making and recognizing life"?

Hay ideas que acompañan a los investigadores desde el momento en que comenzaron a inquietarse por una cuestión. Hasta cierto punto, podría decirse que la confrontación con los llamados "hechos" y "experimentos" en el lenguaje de la reificación no las transforma, simplemente las modula, las enriquece y pone a tono con el avance del conocimiento. Son ideas que anteceden a la investigación y que muy, pero muy pocas veces son "refutadas por los hechos", como si estos hablaran por sí mismos y su interpretación fuera única e inequívoca. ¿Acaso Darwin abandonó su idea de procesos lentos, graduales y acumulativos a pesar de que sus partidarios -entre ellos Huxley y Haeckel- lo urgían a aceptar la posibilidad de algunos procesos más rápidos de cambio? Toda la obra de Lamarck se tejió alrededor de la idea fundamental de serie natural, ferozmente atacada por Cuvier.

La investigación científica encierra elementos no tan racionales como nos han hecho creer, pues algunos científicos se aferran a ellas o bien las rechazan a pesar de la realidad. Esto no significa, claro está, que el ámbito de la investigación sea el de la arbitrariedad y el relativismo absolutos, pero sí que no es el de la exactitud sin tacha.

Para mostrar la presencia en los primeros artículos de Fox de la ambición de producir a través de la experimentación algo más que evidencias para sustentar su punto de vista, veamos lo que decía en un trabajo de 1957:

... el origen de los fenómenos bioquímicos y el de la vida no son necesariamente idénticos. Bien puede ser que el momentum químico de los procesos correctamente escogidos haya conducido, y quizá pueda conducir otra vez, hacia los aspectos fisiológicos y citológicos de la vida. Por otra parte, también es posible que seamos demasiado ignorantes para advertir lo que está implicado en la extrapolación mediante procesos naturales de la matriz prebiológica hacia la vida misma. La otra premisa es que debemos comprender simultáneamente la generación de proteínas y de las rutas metabólicas. Normalmente, la bioquímica se enseña y comprende como un complejo de proteínas (enzimas) y metabolismo. (p. 329)

Al igual que Olga Lepeshinskaya, cuyas ideas hemos analizado brevemente en la sección precedente, Fox encuentra sorprendentes paralelismos entre las reacciones químicas que producen térmicamente polipéptidos y el metabolismo anabólico. Como ella, también trae a colación la posible validez de la "ley de recapitulación biogenética" de Haeckel al nivel bioquímico:

Ahora que ha aparecido la evidencia para esta generalización, puede afirmarse que la Ley de Haeckel ("la ontogenia repite la filogenia") debe ser obedecida tanto al nivel bioquímico como al nivel biológico. (p. 330).

Las similitudes entre las reacciones abióticas y el metabolismo pueden ser meramente la expresión de la habilidad para encontrar, en la abundante literatura, la evidencia que concuerda con un esquema general. Sin embargo, a la luz de la Ley de Haeckel la naturaleza común de las rutas anabólicas y de los estudios de los químicos orgánicos prebióticos se debe a una relación natural. La generación espontánea y los experimentos orgánicos simples casi necesariamente comenzarían con algunos compuestos comunes, cuya variedad fue limitada por lo que estaba disponible en la Tierra.

La extrapolación de la "ley de Haeckel" a las etapas precedentes al origen de la vida pasa de contrabando la idea, en modo alguno sustentada por el conocimiento actual, de la repetibilidad en la Tierra, ya sea en condiciones

naturales o en el laboratorio, de los procesos responsables de la aparición de la vida.

En el estado actual del conocimiento es difícil descartar totalmente la ambición de crear vida en el laboratorio. Sin embargo, la mayoría de los investigadores parece haber dejado de considerar seriamente esa posibilidad o por lo menos son lo suficientemente prudentes como para no escribir al respecto.

En el artículo "Genesis of Life" (1957), Haldane discute también cómo delimitar lo viviente de lo no viviente:

Pero mientras había poca duda de que una célula bacteriana o de leva dura estaba viva y de que una enzima extraída de ella no lo estaba, aun cuando podía catalizar un proceso considerado previamente una prerrogativa de las cosas vivientes, el descubrimiento de los virus moleculares por W. M. Stanley hizo dudosa la distinción entre los sistemas vivos y no vivos. Un virus molecular es una nucleoproteína que cuando es inyectada en una célula viva adecuada es copiada por esta célula, y puede incrementarse su cantidad hasta matar a su hospedero o, como un constituyente celular normal, sólo incrementarse con la misma tasa que el resto del hospedero. En este caso, su presencia se hace evidente porque ataca a otros hospederos. Posee la característica vital de que los "descendientes" o "copias" usualmente, pero no siempre, se asemejan a los "ancestros" o "modelos"; pero no se puede reproducir en un medio no viviente. Sin embargo, es del todo concebible que un sistema de substancias orgánicas, tales como nucleótidos, aminoácidos, catalizadores y fuentes de energía como los pirofosfatos orgánicos pueda ser producido para copiar los virus moleculares, sin que esté vivo en el sentido de que pueda copiarse a sí mismo. Si esto fuera así, habría algún sentido en decir que los virus moleculares están vivos. Entonces, si conociéramos la historia de la génesis de la vida en la Tierra, bien podría ser imposible establecer exactamente cuando se originó la vida. Sin embargo, podría ser posible decir que los pasos esenciales se dieron entre ciertas fechas, como podemos hacerlo en el caso de la evolución de los reptiles a partir de los anfibios, aun cuando el estatuto de algunas formas intermedias es dudoso... sugiero que el origen de la vida fue de hecho un acontecimiento súbito.

La dificultad de cortar el hilo de la continuidad y de pasar insensiblemente de una etapa a otra conduce a Haldane a concluir que la aparición de la vida tuvo que constituir una ruptura con los procesos evolutivos previos. Sin duda, esta posibilidad es tan plausible como la defendida por Oparrin: un origen lento, gradual y acumulativo puntuado por ciertas discontinuidades, por saltos de lo cuantitativo a lo cualitativo.

A decir verdad, casi todos los investigadores del origen de la vida se enfrentan, sin lograr una respuesta convincente, al problema de cómo establecer las diferencias fundamentales entre los primeros vivientes y los más sencillos de la actualidad.

A diferencia de otros genetistas y evolucionistas, como Herman J. Muller, Haldane considera que "la vida requiere no sólo de moléculas autorreproductoras, sino de un sistema autorreproductor de tales moléculas" (p. 296). Así pues, el organismo viviente mínimo sería mucho más que una molécula de ácido nucleico. En la versión que del mismo ofrece Haldane se transparenta la presencia de una simple reducción del número y complejidad de los componentes materiales y de los procesos que los interrelacionan:

El organismo viviente mínimo que puedo imaginar contendría una espiral de ácido nucleico copiable, cuya estructura le permitiría hacer al menos las siguientes enzimas: una nucleasa capaz de añadir nuevas unidades a una cadena de ácido nucleico; una proteínasa capaz de añadir nuevas unidades a una cadena peptídica; una o dos fosfoquinasas capaces de transferir un residuo de fosfato de un ácido pirofosfórico a aminoácidos, azúcares y quizá nucleótidos; una nucleosidasa capaz de formar un nucleótido a partir de bases y azúcar fosforilado. Contendría también una provisión de un ester pirofosfórico autorreproducible, posiblemente ATP. Tal sistema sintetizaría automáticamente adenosina. Estaría circundado por una monocapa de proteína, posiblemente constituida por las enzimas nombradas.

Sugiero que tal célula primitiva sería capaz de crecer en un medio que contuviera azúcares, bases y aminoácidos. Sería capaz de obtener energía libre de una variedad de reacciones, pero podría incorporar sólo moléculas que se adecuaban a sus fosfoquinasas y también a sus enzimas sintetizadoras. Tanto los ácidos nucleicos como las proteínas podrían ser mucho más simples que los actuales.

Podrían citarse muchas otras caracterizaciones de lo que sería la criatura viviente mínima, pero quizá valdría más la pena preguntarse si tales descripciones han ejercido alguna influencia positiva en el avance de las investigaciones sobre el origen de la vida. Según entiendo el asunto, estas "recetas" de vivientes primitivos no han hecho avanzar la comprensión que tenemos del origen de la vida, puesto que son, hasta cierto punto, ingenieras como si los ingredientes para preparar el guiso y los pasos para darle su sazón pudieran ser inferidos sin más a partir de los organismos actuales.

Se enfrenta pues, un dilema: o bien se aplica una operación de simplificación de lo que es una criatura viviente o bien se inventan sistemas como las arcillas que resulta difícil aceptar como antecesores vivientes de las células. Si no es posible sintetizar artificialmente la vida -como creo yo- y si las extrapolaciones retrospectivas parecen ser meros juegos de la imaginación, entonces ¿qué criterios adoptar para calificar de más aceptable una teoría sobre el origen de la vida que otras? Aquí, como en todas las cuestiones de validez o no validez de una teoría, entran en juego múltiples factores: desde los de carácter histórico (qué teoría logró imponerse primero como guía de la investigación) hasta los de índole más científica (evidencias a favor de la proposición, capacidad de predecir algunos hallazgos, consistencia con otras teorías científicas, etc.), pasando por los de orden más social (relaciones de la teoría y de los investigadores con intereses industriales, con la ideología dominante, capacidad de los grupos de científicos para impulsar y defender sus puntos de vista ante sus pares, conformación de sociedades y revistas científicas para desarrollar el campo disciplinario, formación de nuevos investigadores e imposición de la teoría en la enseñanza, etc.).

Predecir cuáles proposiciones podrán ser validadas por las investigaciones venideras sería una empresa arriesgada y con pocas probabilidades de éxito. Sin embargo, la elaboración de un programa de investigación tiene que pasar forzosamente por desechar las ideas que parezcan más alejadas de la realidad. Quizá algunas de las proposiciones que hoy parecen descabelladas puedan ser recuperadas en el futuro bajo una nueva perspectiva; pienso, por ejemplo, que algunas de las ideas de quienes enfatizan la prioridad de lo mineral podrían ser recuperadas en una nueva visión de conjunto en que se borre la inexistente separación entre lo mineral y lo orgánico, ya que lo viviente es -sin que quiera darle a esta palabra la connotación hegeliana de superación de las

contradicciones- una síntesis de ambos. Además, podrían obtenerse beneficios de investigar cómo se codeterminaron las propiedades de las macromoléculas en vez de suponer que les son intrínsecas sólo por su estructura química: es decir, habría que historizar la química de lo viviente.

Antes de abordar el pensamiento de Oparin sobre la cuestión que nos ocupa, intentaré resumir lo esencial de las ideas de N. W. Pirie sobre la delimitación entre lo viviente y lo inerte.

En el artículo "The meaninglessness of the terms life and living" (1937), Pirie muestra los equívocos que surgen por las limitaciones del lenguaje que usan los científicos, que se ven obligados, si quieren entenderse entre sí y que los entiendan quienes no son especialistas, a usar términos provenientes del lenguaje ordinario. La ciencia moderna se diferencia del conocimiento antiguo en que crea nuevas palabras para definir nuevas realidades; sin embargo, no siempre es posible inventar palabras que se desprendan totalmente del significado de las tradicionales, aparte de que se corre el riesgo de que se refieran puramente a abstracciones sin contacto con la realidad.

En lo que respecta a los términos vida y viviente -según él- su uso se volvió problemático hasta que se conocieron "sistemas que no están obviamente vivos ni obviamente muertos". Las cualidades que suelen asociarse con lo vivo incluyen la adaptación, irritabilidad, movimiento, metabolismo, tamaño y estructura celular, composición química, crecimiento y reproducción. Partiendo de estas cualidades, Pirie muestra que sistemas indudablemente vivos no cumplen con una o varias de ellas, mientras que otros indudablemente vivos sí pueden ajustarse a algunas de ellas.

Es en el artículo "On making and recognizing life" (1954) donde Pirie intenta desarrollar algunos criterios de utilidad para la discusión sobre el origen de la vida. Veamos los fundamentales..

Siempre dispuesto a la duda y a criticar, como lo hizo su maestro Hopkins, a quienes experimentan el "deseo ardiente de certidumbre que conduce a tantos físicos hacia el misticismo, la Iglesia o a organizaciones análogas" (p. 178 de la traducción al francés), Pirie prefiere los análisis polémicos a las conclusiones fáciles y dogmáticas:

He pretendido, y continúo haciéndolo, que no poseemos, respecto al estado prebiótico, una base suficientemente segura para hablar de él con confianza.
(p. 180).

Quizá hoy poseamos más conocimiento que hace cincuenta años y mucho más que un siglo atrás, por lo que su afirmación de que no sabemos más que Tyn -dall o Th. Huxley sobre las condiciones del medio en que apareció la vida, puede ser considerada superada.

Supone que en el curso de la evolución los organismos adquirieron cierta independencia respecto a las variaciones del ambiente, expresada en una mayor capacidad para incorporar a sus vías metabólicas un amplio abanico de sustancias orgánicas, mientras que al principio pudieron estar más a merced de su ambiente.

Por ello, podemos imaginar muchas biopoiesis [término propuesto por él "para la creación, a partir de materia no viviente, de alguna cosa que algunas personas querrían considerar como viviente"] independientes, que conducirían a otras tantas familias independientes de eobiontes [término que propone para llamar a la cosa creada por el proceso que llama biopoiesis] que utilizarían materias primas y reacciones diferentes. El linaje cuyos descendientes predominan actualmente puede haber requerido de milenios para alcanzar la pre

dominancia, es decir, para tomar posesión de las superficies y de los flujos de energía disponibles. La primera biopoesis de laboratorio muy bien podría ser atípica.
(p. 188).

A diferencia de Fox, quien enfatiza las restricciones que reducirían el abanico de posibilidades, Pirie concibe múltiples caminos. A pesar de que realmente hubieran existido muchos caminos, es necesario establecer criterios para saber cuando se llega en alguno o en algunos de ellos a la vida:

¿Cómo reconoceremos la biopoesis cuando se produzca? El error antiguo era esperar demasiado; se buscaban bestezuelas cuyos retorcimientos pudieran verse. Podríamos ir al otro extremo y contentarnos con poco, como Francis cuando atribuía actividades biomorfas a los óxidos de fierro hidratados. En principio, la cuestión se reduce a un intento de definición de la vida; ya he sostenido que hay pocas posibilidades de que esto pueda hacerse. En la práctica, podría desprenderse una cosa más útil: para evitar la metafísica deberíamos definir las exigencias experimentales mínimas. Estas establecerían la distinción entre un sistema análogo a la vida y un sistema viviente; pero serían totalmente arbitrarias y se reducirían a una fantasía personal.
(p. 188).

Además de que el sistema sea líquido o contenga líquidos, debería funcionar a una temperatura inferior a los 200°C, debería tener no importa que tipo de moléculas, entre ellas proteínas y otras moléculas orgánicas. Más difícil sería aclarar que resultados se esperan con tales sistemas:

Para un escéptico, la vía más fácil sería explicar todos los resultados rechazándolos como debidos a contaminación por los organismos existentes. A medida que se incrementaran los esfuerzos consagrados a la búsqueda de sistemas que estuvieran sufriendo la biopoesis se recogerá verosímelmente una rica cosecha de bacterias filtrables y de esporas resistentes al calor. Entre más común sea el medio, más fácil será la contaminación.

El sistema debe ser capaz de hacer alguna cosa. El simple crecimiento no es suficiente, puesto que también los cristales crecen. Tampoco será suficiente catalizar una reacción entre compuestos del ambiente que normalmente no reaccionaban a esa temperatura. Quizá no deberíamos exigir el poder de catalizar cientos de transformaciones, como lo hacen sin duda los organismos considerados como los más simples. Siendo razonables, deberíamos limitarnos a cinco o seis reacciones, algunas de las cuales deberían traer consigo la síntesis de los propios catalizadores. Las discusiones sobre la naturaleza de la vida toman generalmente en cuenta la capacidad de la tripsina para convertir el tripsinógeno en tripsina. Si algún mecanismo mantiene el aporte de tripsinógeno, hay "crecimiento" de la tripsina, pero no se considera esto como una actividad suficientemente organizada para constituir un sistema calificable de viviente. Sin embargo, si el sistema fuera capaz de fabricar también el tripsinógeno, cuando se le suministran aminoácidos y azúcar o derivados de aminoácidos, lógicamente sería difícil excluirlo de los cuerpos vivientes.

Finalmente, la actividad no debería comenzar tan pronto como se realice la mezcla de los compuestos del sistema. Sería menester esperar la aparición del proceso fortuito investigado, o la siembra de la mezcla por otro ejemplar del sistema. Es decir, que deberíamos insistir sobre la capacidad de reproducción como cualidad esencial de un eobionte.
(pp. 189-190).

Entre las muchas cosas que separan a Oparin de algunos otros autores, ocupa un lugar destacado su renuencia a elaborar una lista de las características mínimas que podríamos esperar en las primeras criaturas vivientes. En parte, esta renuencia se desprende de que prefiere adoptar un punto de vista más general, de carácter más teórico y filosófico, además de que parece no confiar en la solidez del conocimiento actual como para lanzarse a tal elucubración.

A decir verdad, algunas de sus ideas sobre lo que es la vida, a pesar de su indudable valor filosófico, no ayudan a establecer criterios claros sobre lo que cabría esperar de los experimentos que intentan simular la evolución prebiológica:

La vida ... representaría una forma especial, muy complicada, de movimiento de la materia, que habría surgido como propiedad nueva en una determinada etapa del desarrollo general de la materia.
(El origen de la vida sobre la Tierra, p. 13)

Ante todo, le interesa enfatizar que la aparición de la vida fue resultado de una evolución gradual, lenta y acumulativa de la materia. Las diversas etapas que tuvieron que recorrerse para que surgiera finalmente la vida constituyen otras tantas áreas de investigación en que debe procurarse establecer experimentalmente y de manera general cómo acontecieron las cosas. Pero no se trata de abordar la cuestión con la ingenuidad que caracterizó a algunos investigadores de principios de siglo, pues:

... actualmente ya no se trata de tentativas desesperadas para sorprender o descubrir casos de generación espontánea de organismos si no de estudiar y reproducir en el laboratorio los fenómenos que tienen lugar durante el desarrollo evolutivo de la materia.
(Loc. cit.)

Ahora ya no se trata de conformarse con planteamientos especulativos, sino que debe buscarse el apoyo experimental. Esta exigencia de demostración experimental provoca, a mi juicio, que lo que se expulsó por la puerta de enfrente vuelva a entrar subrepticamente por la puerta trasera, es decir, la cuestión de la fabricación artificial de la vida:

En la actualidad queremos comprobar experimentalmente nuestras hipótesis: reproducir artificialmente las diversas etapas del desarrollo histórico de la materia y, en último término, sintetizar vida. Pero esta vez, sin embargo, no ya siguiendo el largo y tortuoso sendero recorrido por la Naturaleza hasta la consumación de esta síntesis, sino que procuraremos reconstruir deliberadamente la organización que encontramos, ya acabada, en los seres vivos actuales.

(El origen de la vida sobre la Tierra, p. 14).

Contra los autores que querían hallar en el protoplasma una estructura sólida invisible, construida a base de "tirantes y cables", Oparin argumentaba que los conocimientos disponibles mostraban de manera cada vez más clara que "el protoplasma viviente activo consiste en un líquido" (Ibid., p. 240).

Según Canguilhem ("La teoría celular", en El conocimiento de la vida), en el estudio de las formas más sencillas de la vida han existido dos visiones: una que podríamos llamar la de lo viviente como fluido continuo y otra que pone atención más que nada a la discontinuidad. La teoría celular plantea que la vida se halla sólo al interior de estos agregados discontinuos de materia, mientras que ideas precedentes provenientes de la histología querían que residiera en las fibras u otras estructuras similares. En la segunda mitad del siglo XIX, algunos biólogos centraban su atención en la totalidad del protoplasma entendido como un fluido simple y homogéneo, mientras que otros preferían buscar molé-

culas individuales. Así, podría decirse que unos representan la visión de la vida como algo continuo mientras que los otros defienden una visión de la vida como algo discontinuo o particulado.

Si no me equivoco, la poca atención que todavía en los años 1950s y poco después puso Oparin a los ácidos nucleicos provendría no sólo de su pasado lysenkista, sino también de esta renuencia a aceptar que lo esencial de la vida pueda hallarse en una estructura sólida que aparece como estática. Además de que él nunca aceptó que la vida pudiera residir en moléculas individuales sino en sistemas integrales.

Las grandes moléculas orgánicas que se formaron abióticamente en el ambiente primigenio se asociaron después para formar agregados microscópicos de materia orgánica, sales minerales y agua. Su estado físico sería el coloidal y pueden estudiarse sus características estructurales y dinámicas mediante el uso de modelos de laboratorio como los coacervados.

Considera absolutamente absurdo "calificar de vivientes a las gotas coacervadas del laboratorio o a las surgidas primariamente en la Naturaleza" (*ibid.*, p. 248). Estos sistemas polimoleculares abiertos tendrán que pasar por un largo trayecto evolutivo para adquirir las características definitorias de lo viviente (capacidad de metabolizar, de reproducirse, de adaptarse, de evolucionar por selección natural, etc.).

Difiere de la concepción de Fox en que no supone que los polímeros de origen abiótico o los sistemas polimoleculares que por sus asociaciones se formarían tendrían ya, desde el momento de su formación, un orden que presagiaría al biológico. Oparin requiere de un proceso ordenador posterior de naturaleza muy similar a la selección natural. Esta convicción también lo separa de Haldane, quien no sólo rechaza la posibilidad de algo parecido a la selección natural antes del origen de la vida, sino también el rígido determinismo de un Fox o de un Bernal. Para Haldane, la vida tuvo que haber aparecido al azar, como resultado de un evento súbito e irrepetible.

Según el bioquímico soviético, los sistemas abiertos polimoleculares con separación de fases que fueron los antecesores inmediatos de los primeros seres vivos, debieron ser sistemas estacionarios en constante cambio gracias a su interacción con el medio ambiente.

Defiende el principio mitchuriniano y lysenkista de la unidad de los organismos con su medio (*ibid.*, p. 250). Resulta interesante la manera fecunda y no dogmática en que argumenta la importancia de las interacciones entre los sistemas polimoleculares y su ambiente. La vida no aparecería por propiedades immanentes o intrínsecas a la materia orgánica macromolecular, sino por la forma en que esas propiedades hicieron posible una interacción con el ambiente, de manera que los sistemas abiertos pudieran aprovechar del ambiente tanto el flujo de materia como el de energía.

La disminución de entropía dentro del sistema, es decir el aumento del orden de las estructuras y de los procesos o lo que es lo mismo del orden espacial y temporal, deberá estar acoplada termodinámicamente a las transformaciones ambientales que cursan con un incremento de entropía.

Las macromoléculas sintetizadas abióticamente estaban provistas de la capacidad para catalizar de manera poco eficiente y poco específica algunas reacciones que ocurrían en las aguas primigenias. Sin embargo, para que estos catalizadores se hicieran después muy específicos y muy eficientes debieron integrarse en el seno de sistemas polimoleculares abiertos que estuvieron sujetos durante mucho tiempo a un proceso de selección natural prebiológica, que consistiría básicamente en la preservación de las variaciones favorables y en la eliminación de las desfavorables.

Así, el surgimiento del metabolismo sólo fue posible con base en la selec --

ción natural prebiológica, a través de la cual cambió tanto el sistema integral como sus componentes individuales. Sin catalizadores con cierto grado de especificidad y eficiencia -que sólo pudieron evolucionar por selección natural y no como un resultado automático de reacciones químicas determinísticas o al azar- no podría haber surgido el metabolismo. Lo que existiría sin ellos sería un sinnúmero de reacciones químicas desordenadas, habría simplemente "ruido" y no un "concierto" en que los catalizadores establecen los momentos de entrada y salida de cada sonido.

Los catalizadores que luego dieron origen a las enzimas que conocemos podrían haber jugado por lo menos tres papeles: 1) Aumentar la velocidad de reacción; 2) Influir en las concentraciones estacionarias de las sustancias reaccionantes; y 3) Hacer que "los productos resultantes de cada reacción particular sigan una ruta 'correcta', sin perderse en otros numerosos procesos también posibles desde un punto de vista termodinámico" (Ibid., p. 259).

La evolución de estos sistemas abiertos discretos, es decir, no mezclados con su medio ambiente pero en estrecha interacción con él, es llamada por Oparin evolución prebiológica. Internamente, debieron tener una estructura no del todo homogénea, ya que las diferencias de concentraciones y de tasas de reacción en diferentes puntos podrían haber jugado un papel importante en los procesos de morfogénesis.

Lo que Oparin ha llamado la "racionalidad o finalidad" o la "propositividad" de la organización de los seres vivos -en otros términos, la adaptación de las partes y del todo a vivir y reproducirse en un ambiente dado- sólo pudo surgir sobre la base de la selección natural: "Esta nueva ley, de orden ya biológico, se inició durante el proceso mismo del origen de la vida y, más adelante, vino a ocupar un puesto preeminente en el desarrollo general de la materia viva" (Ibid., p. 267).

A mi juicio, la transposición del concepto de selección natural al terreno del origen de la vida, en la forma en que la realiza Oparin, es fecunda. En vez de plantearse que lo que llamamos leyes biológicas surgió después o antes de la aparición de la vida, Oparin concluye que fue la evolución de los sistemas abiertos la que provocó que surgieran las regularidades que llamamos biológicas.

Sin embargo, Oparin establece una restricción: el principio de la selección natural sólo es aplicable a la evolución de los sistemas polimoleculares abiertos, mas no a la evolución de las moléculas individuales. El que una molécula catalizara eficientemente una reacción química no podía convertirse en motivo para su selección, ya que para ella no constituía una ventaja selectiva sobre otras moléculas efectuar tal tarea: la aparición de las primeras funciones prebiológicas -en el sentido de una acción de las partes que repercute ventajosamente en el todo- sólo fue posible en el contexto de sistemas integrales. Por otra parte, sólo estos se comportaban como poblaciones de individuos variables, ya que tanto la composición molecular como el tamaño, la forma y la estabilidad variaban de un sistema a otro.

Por supuesto, el tipo de procesos desarrollados en el interior del sistema dependía de su composición y de la relación que mantenía con el medio ambiente. La "selección" de los sistemas consistía en que serían favorecidos "aquellos cuya estructura se encontraba bien adaptada a la autopreser-

vación en las circunstancias dadas del medio" (Ibid., p. 269). Esta "selección" era muy sencilla y no es equiparable a la biológica, pero constituiría la base que los hizo "progresar evolutivamente".

En particular, fue a través de ella como se logró la unificación entre la composición de los sistemas y el tipo de procesos en ellos acaecidos, características que en lo sucesivo fueron mutuamente interdependientes. Oparin sugiere que se fueron adquiriendo gradual y sucesivamente las capacidades de autopreservación, crecimiento y fragmentación, y estabilidad dinámica.

Las diferencias en velocidades de las reacciones internas y del crecimiento, a su vez relacionadas con la eficiencia para aprovechar el flujo de materia y energía provenientes del exterior, provocó entre los numerosos sistemas una especie de competencia.

La "permanente reiteración de conjuntos químicos unitarios (grupos de reacciones coordinadas e interdependientes entre sí)" hizo posible que surgiera la capacidad de autorreproducción: "A partir de aquel instante ya se puede hablar de un origen de la vida. En esta etapa de la evolución de la materia la selección natural adquiere su plena significación biológica..." (Ibid., p. 273).

B I B L I O G R A F I A .

BASTIAN, H.CH. L'origine de la vie (París: A. Maloine Libraire- Editeur, 1913; la edición original en inglés se publicó tres años antes que esta traducción al francés).

BELTRAN, E. "Alfonso L. Herrera: un hombre y una época," Rev Soc. Méx. Hist. Nat Vol III , Nos, 1-4(diciembre. 1942), pp 201-210.

BELTRAN, E. "Datos y documentos para la historia de las ciencias naturales en México, 11 Correspondencia de Alfredo Duges con Alfonso L. Herrera(1888-1893)", Rev. Soc. Méx, Hist, Nat Tomo VI Nos 1-2 (Junio ,1945),pp. 99-106

BELTRAN, E. " Alfonso L. Herrera (1868-1942):primera figura de la biología mexicana", Rev.Soc. Mex Hist . Nat,Tomo XXIX (diciembre 1968) pp 37-111

BELTRAN, E. "Alfonso L. Herrera: un prisionero Mexicano en el campo de la biopoesis" en A. Lazcano y A. Barrera (eds.), El Origen de la vida, Sympósiu conmemorativo-en homenaje a Alexander Ivanovich Oparin. (México: UNAM 1978,oo.49-60)

BERGSON, H. L'evolución créatrice. (París: Librarie Félix Alcan, 1921; primera edición en 1907).

BERNAL, J.D. "The physical basis of life", The Proceedings of the Physical Society, Sec. A. Vol. 62.part 9 (1945_: pp 537-558.

BERNAL, J.D. The Physical Basis of Life. (London: Routledge and Kegan Paul, 1952.

BERNAL, J.D. "Keep off the grass", New Biology 13 (1953): pp 120-126

BERNAL, J.D. "The origin of life". New Biology 16 (1954): pp. 28-40

BERNAL, J.D., HALDANE, J.B.S. PIRIE, N.W; y PRINGLE, J.W.S. Une discussion sur l' origine de la vie. (París).

Artículos publicados originalmente en la revista inglesa New Biology en 1951, 1952 y 1954. Si decido citar la versión original podría copiar las citas de la bibliografía compilada por Ponnamperuma publicada en Origins of Life.

BOCK, K, Human Nature and History, (New York : Columbia university press,1980).

BULLOCH, W. the History of bacteriology (New York: Dover, 1974)

DOSE, K. "Ernst Haeckel's concept of an evolutionary origin of life" Biosystems, Vol. 13 (1981): pp. 253-258

FARLEY, J. The Spontaneous Generation Controversy from Descartes to Oparin (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1977)

DE VRIES, H. "Principios de la teoría de la mutación: (traducción de Ochoterena)", Bol Dir. Est. Biol Tomo I (1916): pp. 286-295

FARRINGTON, B. La rebelión de Epicuro. (Barcelona: Laia, 1974)

FOX, S.W. "The evolutionary significance of phase separated microsystems", Origins of Life 7 (1976): pp 49-68

FOX, S.W. y DOSE, K. Molecular Evolution and the origin of Life, (New York: Marcel Dekker Inc. 1977).

FOX, S.W. et al. "Spontaneous generation of anabolic pathways, proteins, and nucleic acid", Annals of the New York Academy of Sciences Vol 69 (1957): pp. 328-337.

GILLESPIE, N.C. Charles Darwin and the Problem of Creation. (Chicago: The University of Chicago Press, 1979).

GOTTDENKER, P. In the Beginning: Approaches to the Problem of the origin of Life; Antiquity to the 1870's. University of Kansas, Ph. D., 1974, History, general.

GRAHAM, L.R. Ciencia y filosofía en la Unión Soviética. (Madrid: Siglo XXI de España Editores, 1976).

GRANICK, S. "Speculations on the origin and evolution of photosynthesis", Annals of the New York Academy of Sciences Vol 69 (1957): pp. 292-308

HAECKEL, E. Historia de la creación de los seres organizados según las leyes naturales. Vols I y II (Valencia: Casa Editorial F. Sempere y Cía., sin año de edición). La edición original de esta obra data de 1868

HALDANE, J.B.S. "The origin of life", The Rationalist Annual 148 (1929): pp. 3-11. Publicado como apéndice en J.D. Bernal. The Origin of Life (Cleveland: World Publ. Co. 1967, pp 242-249)

Traducción al español en C. Aguilar et al (selección, traducción y notas). El origen de la vida (El contexto histórico) Vol. 3. El Origen evolutivo de la vida. (México: Editorial Trillas, en prensa)

HALDANE, J. B.S. "The origin of life", New Biology 16 (1954): pp. 12-27

HALDANE, J.B.S. "Genesis of life", en D.R. Bates (ed.), The Planet Earth, (London: Pergamon Press, 1957. pp. 287-301

HAUBELTOVA, R. "L'origine de la vie: quelques problèmes philosophiques", en Recherches Internationales à la Lumière du Marxisme, Sciences et matérialisme dialectique, juillet-août, num. 54 (Paris: Editions de la Nouvelle Critique, 1966, pp 136-158

Traducción ligeramente abreviada del artículo aparecido en Filosoficky casopis No 2 1965, no dice las pp.

CAIRNS-SMITH, A.G. "The origin of life and the nature of the primitive gene"
Journal of theoretical Biology (1966:pp 53:-88

CAIRNS-SMITH, A.G. "The methods of science and the origin of life", en k. Dose
et al, (eds.) The Origin of Life and Evolutionary Biochemistry (New York:Plenum
Pres, pp. 53-58).

CAIRNS-SMITH, A.G. Gentic Takeover and the Mineral Origins of Life . (Cambridge:
Cambridge University Press, 1982).

CAIRNS-SMITH, A.G. "The first organisms", Scientific American

CALVIN, M. Chemical Evolution. (New York Oxford University Press, 1969

CANGUILHEM, G. et al. Du Développement a l'evolution au XIX siècle, (París:P.U.F.,
Revista Thales Tome 11, 1960).

CANGUILHEM, G. "Teoría celular", en El conocimiento de la vida (Bacelona:Anagra
ma, 1976, pp. 47-91).

CANGUILHEM, G. Ideologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie.
(París: J. Vrin, 1977).

CANGUILHEM, G. "Vie", Encyclopaedia Universalis france, Vol 16, Editeur a París,
1978.

CARO, TITO LUCRECIO. De la naturaleza de las cosas, (México:UNAM, 1881).

CUESTA TERRON, C. "Breve estudio acerca de los crecimientos que produce el sul
focianuro de mercurio al entrar en combustión", Bol Dir.Est. Biol.Tomo 1 (1916)
593.

DARWIN, CH. On the origin of Species by Means of Natural Selection, A facsimile
of the first edition. (Cambridge:Harvard University Press, 1964; primera edición
publicada en 1859).

DARWIN, C. El origen de las especies. Tomo II (México. UNAM, 1972; esta traduc
ción al español se hizo de la sexta edición en inglés publicado en 1872

DEL RIO E. C. "Alfonso L. Herrera: La teoría sulfocianica del origen de la vida
y la pasmogenia", en A. Lazcano y A. Barrera (eds), op cit pp 61-75.

HENDERSON,

HERRERA, A. L. Nociones de biología . (México: Imprenta de la Secretaría de Comercio, 1904).

HERRERA, A.L. Notions générales de biologie et de plasmogénie comparées. (Berlin:W. Junk, Editeur, 1906).

HERRERA, A.L. Una ciencia nueva .La plasmogenia.

HERRERA, A.L. "Protoplasma artificial y coloides concentrados", La Semana Médica No. 43 (1913), Buenos Aires.

HERRERA, A.L. "Discurso oficial de inauguración de la Dirección de Estudios Biológicos", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I Núm 1 (1915): pp 5-14.

HERRERA, A.L. "Recherche microchimique de la silice dans la fumée ou dans les vapeurs des substances organiques", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I Núm. 2. (1915): pp. 105-111.

HERRERA, A.L. "Plasmogénie,Resumé des principaux résultats obtenus jusqu' en Mars, 1914", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I Núm 2 (1915):pp.111-113

HERRERA, A.L. "Le mouvement brownien es du a des microques et non aux forces moleculaires", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I Núm. 2 (1915): pp. 114-116

HERRERA, A.L. " Teoría de las plantas metálicas de Traube y Leuduc", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I Núm 2 (1915):pp 116-134

HERRERA, A.L. "Estudios experimentales acerca de los mercurisomas e hidrosoma. Su importancia biológica" Bol. Dir. Est. Biol. Tomo I (1915): pp. 211-254

HERRERA, A.L. "Críticas y experimentos relativos a la supuesta fotosíntesis de la materia orgánica por los coloides inorgánicos, intentada por Moore y Webster", Biol Dir. Est. Biol. Tomo I (1916): pp 255-278

HERRERA, AL.L. " Etude Microchimique du charbon de sucre pur", Bol. Dir. Est. Biol Tomo I (1916): pp. 279-280.

HRRERA, A.L. "Morfogenia experimental del cerebro y otros órganos",Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1916):pp 341-366.

HERRERA, A.L. "Estructuras organoides en una variedad de ópalo, la menilita, Estudio acerca de las colitas" Boltín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1916): pp. 367-376.

HERRERA , AL. "Nouvelle nomenclature de l'histoire naturelle", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1916): pp. 377-379.

HERRERA, A.L. "Nouvelle nomenclature de l'histoire naturelle", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1916):pp 377-379.

HERRERA, A.L. "Los protobios . Aplicaciones de la luz polarizada a la microquímica biológica". , Bol. Dir. Est. Biol. Tomo I (1916): pp.607-622.

HERRERA. A.L. "Estructuras granulosas de coloides unidos a partículas accidentales. Nuevas objeciones a la teoría granular" Bol. Dir. Est. Biol. Tomo I (1916):pp 623-631

HERRERA, A.L. "Nuevas observaciones acerca de la siliza colóide solidificada. Estructuras de diatomeas y de tejidos vegetales, decrepitación, Hermoso fenómeno - de difusión de la luz", Biol Dir. Est. Bol. Tomo I (1916) pp. 632-636

HERRERA, A.L. Biología y Plasmogenia. (México: Herrero Hermanos Sucesores, 1924)

HERRERA, A.L. Botanic (México: Herrera Hermanos Sucesores, 1924)

HERRERA, A.L. Zoología . (México: Herrera Hermanos Sucesores, 1924)

HERRERA, A.L. Minerología y Geología. (México: Herrero Hermanos Sucesores, 1925)

HERRERA, A.L. La Plasmogenia. Una Nueva Ciencia. (Barcelona: Casa Editorial Maucci, 1926).

HERRERA, A.L. " Los obreros y la ciencia", La Idea Periódico de Orientación Social Año II Núm. 5, enero de 1928,pp. 2-3.

HERRERA, A.L. "Plasmogeny", en A. Jerome (ed.), Colloid Chemistry. Theoretical and Applied. Vol. II, Biology and Medicine. (New York: The Chemical Catalog Co., Inc. 1928,pp. 81-89).

HERRERA, A.L. "El origen del hombre descendiendo". La Sotana Año II Núm.25 julio de 1930, Periódico de Combate, Organo del Grupo Anticlerical Revolucionario

HERRERA, A.L. El híbrido del hombre y el mono. (Valencia: Biblioteca Otro y Cuadernos de Cultura, 1933).

KAHANE, ERNEST. La vie n'existe pas; (Paris: Les Editions de l'Union Rationaliste, 1962)

KAHANE, E. Evolutions des idées sur l'origine de la vie (parís: ...

KOTTLER, D.B. "Louis Pasteur and molecular dissymmetry, 1844-1857", Studies in History of Biology Vol. 2: pp. 57-98 (Baltimore: The Johns Hopkins Univ. Press, 1978)

LAMARCK, J.B. Zoological Philosophy, (New York: Hafner Publ. Co., 1963; ed. original en francés de 1809).

LARSON, J.L. Reason and Experience. The Representation of Natural Orden in the Work of Carl von Linné. (Berkeley: University of California Press, 1971

LECHEVALIER, H. A. y Solotorovsky, M. three Centuries of microbiology. (New Yok: Bover, 1974)

LEDUC, S. " Solutions and life", en A. Jerome (ed) Coloid Chemistry. Theoretical and Applied, Vol. II. Biology and Medicine (New York: The Chemical Catalog Co., Inc., 1928, pp 59-79).

LINNEE, C. L'équilibre de la nature. (París: Vrin, 1972)

LOEB, J. La conception mécanique de la vie. (París: Librairie Félix Alcan, 1914; ed. original en inglés en los E.U. en 1912).-

LOVEJOY, A. The Great Chain of Being.. (Cambridge: Harvard University Press, 1936) -

LOVEJOY, A.O. "Buffon and the problem of species", en B. Glass et al (eds), Forerunners of Darwin (Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1968 -

MARY, A. y A. "Ontogenie de los cristales de oxalato de calcio", Bol Dir Est Tomo I (1916): pp 749-750

MULLER,

NEEDHAM, J.T. "Resumen de algunas observaciones sobre la generación, composición y descomposición de substancias animales y vegetales", publicado en 1748 y recogido en C. Aguilar et al. (selección, traducción y notas), El origen de la vida Vol. I, La generación espontánea, (México :Editorial Trillas, en prensa)

NICOLLE, J. Luis Pasteur, Maestro de la investigación científica. (Buenos Aires: Los Libros del Mirasol, Cía. Gral. Fabril Ed., 1963). -

NIZAN, P. Los materialistas de la antigüedad. (Madrid: Fundamentos, 1976)

OCHOTERENA, I. "Notas de biología vegetal y de técnica microscópica", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I Núm. 2 (1915 pp.135-139)

OCHOTERENA, I. "Importancia y necesidad de las investigaciones y citas bibliográficas", Bol. Dir. Est. Biol Tomo I Núm. 2 (1915): pp 146-152.

OCHOTERENA, I. "Comentarios a la 'teoría de la mutación'" Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1915): pp. 296-301

OCHOTERENA, I. "La carioquinesis vegetativa en las plantas mexicanas", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1916): pp 412-430.

OCHOTERENA, I. "Algunas consideraciones acerca de las formaciones llamadas núcleos accesorios, nebenkern, paranúcleos, blefaroplastos, etc., desde el punto de vista del cinetismo celular", Bol. Dir. Est. Biol. Tomo I (1916): pp 684-692

OLA-FRANCO, A. "El origen de la vida" ¿ problema antiguo o reciente? ".en M. Artís et al. (comps.) Homenaje a Oparin, (México: UAM, 1983, pp 221-247

OPARIN, A.I. Proiskhozhdenie Zhizny. (Moscú: Izd. Moskovshil Rabochil, 1924).

Traducción al español en C. Aguilar et al., op, cit., en prensa.

OPARIN, A.I. The Origen of Life, (New York: dover, 1953; la ed. original en ruso apareció en 1936 y se tradujo por primera vez al inglés dos años después y al español en 1940 en Argentina).

posterior al que tradujeron en 1968 en E.U. con el título de Genesis and Evolutionary Development of Life. Si es posterior, puesto que se citan artículos y libros de 1972.

OPARIN, A.I. "La vie", en Questions scientifiques, Biologie Tomo 2 (París: Editions de la Nouvelle Critique, 1953, pp 12-43). Este estudio constituye el artículo "Vie" de la segunda edición de la Gran Enciclopedia Soviética. En la Biblioteca Central de la UNAM vi ayer (13-VIII-87) la traducción al inglés de toda esta enciclopedia soviética. Seguramente, se trata de una edición más reciente que la que tradujeron los ingleses, buscaré entonces los retoques.

OPARIN, A.I. El origen de la vida sobre la tierra, (Madrid: Tecnós, 1970; ed original en ruso de 1957).

OPARIN, A.L. Genesis and Evolutionary Development of Life. (New York: Academic Press, 1968), Publicado por primera vez en ruso con el título de Voznikoveniye i nachal'noye razvitiye zhizni: por Meditina Publishing House, Moscú, U.R.S.S. en 1966.

ORGEL, L. E. Los orígenes de la vida: moléculas y selección natural (Madrid Alianza Editorial, 1975).

OSBORN, HENRY FAIRFIELD. the origin and evolution of life On the theory of action reaction, and interaction, of energy. (New York : Charles Scribner's Son 1930 Publicado por primera vez en 1916 por the Science Press. Inicialmente presentado en los Hale Lectures of the National academy of sciences, Washinton, April, 1916

OSBORN, H. F. The Origin and Evolution of Life (New York: Charles Scribner's Son , 1930).

PEREZ AMADOR, M. " La radiactividad del fósforo", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1915) : pp. 315-330

PEREZ AMADOR, M. " La Oxidación del fósforo como fuente de radioactividad", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1916) : pp 431- 36.

PEREZ AMADOR, M. " La oxidación del fósforo como fuente de radioactividad. II " Bol Dir Est. Biol Tomo I (1916

PIRIE, N.W. "The meaninglessness of the terms life and living" en J. Needham y D.F. Green (eds) Perspectives in Biochemistry, (Cambridge; Cambridge University Press, 1937, pp 11-22).

Traducción al español en C. Aguilar et al op. cit., en prensa.

PIRIE, N. W. "On making and recognizing life" New Biology 16 (1954): pp 41-53.

PIRIE, N.W. "Some assumptions underlying discussion on the origins of life" Annals of the New York Academy of Sciences Vol. 69 (1957): pp 369-376.

PRATELLE, A. " Deux notes inédites de Clémence Royer", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1915): pp 309-314.

- PRINGLE, J.W.S. "The evolutions of living matter", New Biology 16 (1954): pp 54-67.
- REHBOCK, P.F. "Huxley, Haeckel, and the oceanographers: the case of Bathylais haeckelii", Isis Vol 66 (1975), pp. 504-533.
- ROGER, J. Les science de la vie dans la pensée française du XVIII Paris: Armand Colin, 1917)
- ROSTAND, J. La genese de la vie, Histoire des idées sur la génération spontanée. (Paris: Librairie Hachette, 1943).
- SCHERES, S. " Could life have arisen in the primitive atmosphere J. Mol. Evol (1985) 22 91-94.
- SMITH, A.E. et. al "Cell-like structures from simple molecules under simulated primitive earth conditions", Experientia vol 24 (1968):pp.36-38
- SPENCER, H. The Principles of Biology. Vol I Apéndice escrito por el autor en 1868 incluido en este volumen. (New York; D. Appleton and Co., 1896, pp 479-492).
- STEINMAN, G. y SMITH, A.E. "A 'primordial biogenesis' experiment", Journal of Chemical Education Vol 45 (1968) pp. 555
- STBERSMA, C. "Commentary: a prebiotic origin of photosynthesis?", en G. Nicolis (ed.) Aspects of Chemical Evolution. (New York: John Wiley and Sons, 1984, pp 113-118)
- THUILLIER, P. "Stéphane Leduc a-t-il créé la vie?", en Le petit savant illustré. (Paris: Seuil, 1980, pp 75-81).
- TORRES, E. "Lavado de las plantas metálicas", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I Núm 2 (1915):pp. 139-140.
- TORRES E. "Notable imitación de la carioquinesis, Síntesis del nacer", Bol Dir Est Biol Tomo I (1916): pp. 725-728.
- TORRES, E. y J. "Estudio teórico-práctico de las plantas de Traube y Leduc y sus técnicas", Bol Dir Est. Biol Tomo I (1916):pp.704-723.
- TOULMIN, S. y GOODFIELD, J. The Discovery of Time (Chicago: The University of Chicago Press, 1977).
- TRINTCHER, K. "Peut-on créer artificiellement du vivant?" en Recherches Internationales à la Lumière du Marxisme, Sciences et matérialisme dialectique, juillet, -aout, num. 54, (Paris: Editions de la Nouvelle Critique, 1966. pp. 186-197).
Originalmente publicado en Voprosy filosofii, No. 9, 1965, pp 124-131
- TROLAND?
- VARELA, R. "Técnica del lavado de las pseudo-plantas metálicas, de Traube", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I Núm. 2 (1915):pp 140-145
- VARELA, R. "Estudio microscópico de las membranas con irisaciones obtenidas depositando gotas de ácido crómico sobre mercurio", Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos Tomo I (1916:pp 437-446.

WOESE, C.R. "A Proposal Concerning the origin of life on the planet Earth", J. Mol. Evol. 13 (1979): 95-101.

WOESE, C.R. "A alternative to the Oparin view of the primeval sequence", en H.O Halderson y K.L Van Holde (eds.), The Origins of Life and Evolution. (New York: Alan R. Liss, Inc., 1980, pp 65-76).