

# Un modelo ambiental

DANIEL VIDART

Este "modelo ambiental" responde a motivaciones epistemológicas y filosóficas que trascienden —y a la vez explican— los dispositivos del ideograma, desarrollado por el autor en sucesivos montajes, a fin de precisar las características del modelo-objeto. Las relaciones genéticas y dialécticas existentes entre hilosfera (cosmosfera, helioplanetosfera, geosfera), biosfera, antroposfera y tecnosfera, permiten el diseño paralelo de dos aparatos conceptuales. Por un lado, las estructuras y funciones de los ambientes concretos lo cual, al interrelacionar sistémicamente los factores que intervienen en el impacto ambiental, facilita el uso específico del modelo como soporte de ecuaciones diferenciales (e integrales), revelando así un sesgo operativo cuya utilidad es manifiesta. Por el otro, el proceso evolutivo y energético (entropía versus diectropía) que vincula lo cósmico con los microcósmico, pasando por las magnitudes y cualidades de la presencia y la obra humana en el planeta Tierra. Para fundamentar una reflexión que apunta a la lógica de la naturaleza y a la filosofía de las técnicas. El modelo, en consecuencia, transita de la **praxis** a la **theoria** y viceversa, recurriendo a los planteamientos sistémicos empleados por el autor en otros publicados en esta Revista\*.

Actualmente el doctor Vidart es el asesor científico de la serie **El desafío ecológico** del Fondo Educativo Interamericano y escribe dos libros sobre su especialidad: **Teoría del ambiente**, del cual este ensayo es parte del capítulo II, y **Filosofía de la Naturaleza**. Recientemente la UNESCO acaba de publicar el libro **Ingeniería y Ambiente**, 1982, varios de cuyos capítulos fueron redactados por el autor.

**De los sistemas en filosofía a la filosofía de los sistemas** Vol. IV No. 4,-  
**Revolución científico-técnica y sociedad post-industrial** Vol. V No. 4;; Vol. V.  
Nos. 3 y 4 y **Para una epistemología del ambiente** Vol. V, No. 3.

## Fundamentos lógicos y metodológicos del ambiente como sistema

---

La estructura de la naturaleza aparece fragmentada en entidades a todos los niveles, y sus elementos son siempre discontinuos, sean electrones, organismos, placas continentales o galaxias.

MARGALEF, 1980

---

### ¿Por qué modelo?

1. El esquema de modelo que presento en esta contribución al tema ambiental intenta ofrecer una visualización didáctica y una secuencia discursiva acerca de los distintos componentes que integran los ambientes concretos vividos por las sociedades humanas.

He tenido en cuenta, al confeccionarlo, aquella afirmación de Claude Bernard fechada en 1865 que conserva todavía su plena vigencia, en particular para los constructores de sistemas, a menudo más avezados en cibernética aplicada que en epistemología fundamental:

Cuando la hipótesis se somete al modelo experimental se convierte en teoría. Pero si es sometida a la lógica se convierte en sistema.

Yo intentaré someter a la lógica los elementos cósmicos, biológicos y antrópicos que, con distintos acentos estructurales, funcionales y dialécticos, conforman los ambientes existentes en el planeta Tierra. Nuestro hogar terrestre, hoy jibarizado por la visión espacial, es un geode de 510,1 millones de kms.<sup>2</sup> donde, pese a la propaganda maliciosa de los neomalthusianos, cabe con holgura un contingente poblacional dos o tres veces mayor que el contabilizado si la nave es acondicionada para llevar pasajeros de una sola clase y no de

tres, como sucede actualmente. Y esto sin que la plétora humana agobie ni la comida falte. Claro que en este caso no pueden aceptarse las conclusiones del Primer Informe al Club de Roma<sup>1</sup>, donde la ideología alimentó con catástrofes al computador y obtuvo un Apocalipsis como resultado<sup>2</sup>.

2. Antes de explicar las razones que me llevaron a confeccionar un modelo-objeto, pasible de soportar en el caso de situaciones concretas toda una batería de ecuaciones, voy a detenerme en una reflexión acerca

de la arraigada moda actual de publicar, conjuntamente con los resultados de una investigación, el método y las técnicas que la hicieron posible. Aparentemente dicha costumbre parece constituir un trasunto de pulcritud científica pero a poco de examinarla puede comprobarse que se trata de un nostálgico retorno —en el mejor de los casos— del fantasma de Mach<sup>3</sup>.

En efecto, la preocupación eminente por los procedimientos antes que por los resultados, por la captación ritual del fenómeno antes que por la frangollona cacería de la esencia, parece haber derivado de los desarrollos lógico-matemáticos de los integrantes y seguidores del Círculo de Viena<sup>4</sup> y de la escuela de analistas de Oxford y Cambridge<sup>5</sup>.

Estos neopositivistas, que “por cambiarle el paso a la filosofía” (Ferrater Mora) casi le hacen sacar la mano, se propusieron acabar con la ganga que viciaba la pureza del conocimiento y para ello refinaron la metodología científica mediante una precisión lingüística tan impenitente como impertinente<sup>6</sup>. Pero sucedió que dicha precisión semántica se convirtió en una especie de bumerang que luego de haber herido de muerte a la supuesta imprecisión del lenguaje filosófico, y por consiguiente a la propia filosofía —denominada alevosa y displicentemente metafísica—, casi acaba con la ciencia al retornar a su punto de partida.

3. La ciencia, empero, no ha renunciado a sus faenas tradicionales, viciadas por prácticas heterodoxas y lenguajes heréticos. Como aquel personaje de Borges en **Hombre de la esquina rosada**, que iba directamente

a su objetivo sin preocuparse por los denuestos del camino y los manoseos de los segundones, el científico de raza —y no de traza—, obsesionado por descubrir lo que subyace detrás de los fenómenos, no cuida muchas veces el **savoir faire** ni el **savoir dire**. En el mundo de lo sensible, que es el mundo donde actuamos y no la atmósfera diáfana donde vuela la lógica simbólica, la ciencia empírica constituye un tipo de saber que procura transformar la familiaridad **con** las cosas por el conocimiento **de** las mismas (William James) al ofrecer una autogarantía de su validez coyuntural, ya que no de su verdad absoluta, mediante el uso apropiado, es decir no atosigante, del método.

Dicha ciencia, que no es otra que **nuestra ciencia**, ha tenido que enfrentarse con la realidad mediante un renovado oficio detectivesco, iniciado en la polis griega. En aquel ombligo secularizador que era la **polis**, el **logos** racionalista de los comerciantes e ingenieros (**avant la lettre**) jonios requería disciplinar el mundo antes que divinizarlo, tal cual lo hacían del otro lado del Egeo, persistiendo en actitudes arcaizantes, los campesinos de Beocia o Arcadia. La ciencia es hija de la ciudad y hermana menor de la técnica: así inaugura su vocación demitificante en las tierras levantinas del Asia Menor, allá por el siglo VI a.J.C.<sup>7</sup>.

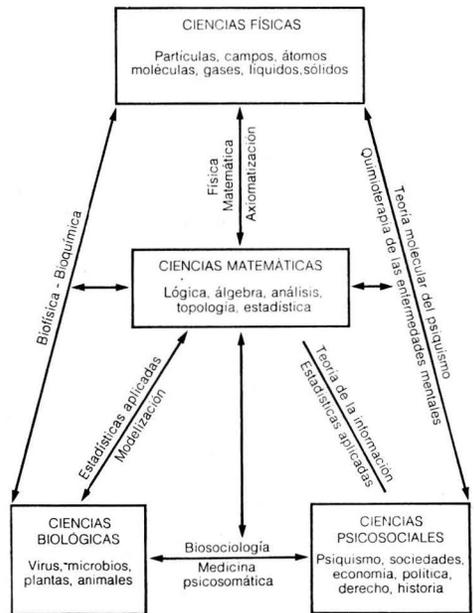
La ciencia de ayer y la ciencia de hoy han caminado tras la pista de los datos, en tanto que el **datum** es lo dado, lo percibido inmediatamente y opuesto a lo construido. Los datos no huelen a lámpara; brotan de la realidad física, viviente y/o social que nos rodea. Estos datos, por lo general, revelan “los fuertes pasos de la Natu-

raleza" (Marqués de Santillana) que, a veces, no son tan fuertes como los sintiera el poeta y otras veces, las más, son inaudibles e invisibles para nuestros menguados sentidos. Por ello llega un momento en que la ciencia llama a la técnica en su ayuda y así es como al iniciarse el crucial siglo XVII europeo, llamado el Siglo del Nacimiento de la Ciencia Moderna —amén de haber sido el nicho político del absolutismo—, el hombre se asoma a lo muy pequeño y penetra en las lejanías donde giran los planetas y arden las estrellas. En 1604 Z. Jansen inventa el microscopio y en 1609 Galileo Galilei perfecciona al catalejo flamenco dotándolo de treinta aumentos, lo cual lo convierte, a caballo entre la astronomía y la polemología, en el **Siderus Nuncius**, el mensajero celeste que avizora a la vez los satélites y las avanzadillas de los ejércitos, oficio éste menos ilustre pero mejor remunerado que el de cazar las lunas de Júpiter o descubrir inéditos soles.

La ciencia moderna afina y ahonda el poder de los sentidos. Tras los nuevos fenómenos captados por el ojo, el oído y la mano vendrán los matemáticos y los lógicos cuya óptica y tacto metasensibles reanudan el diálogo de los pitagóricos entre el **péras** y el **ápeiron**, entre el límite, impuesto por la claridad de lo masculino, y lo ilimitado, por donde cami-

Grande, perfeccionadora de todo, omnificiente, fundamento de la vida divina y humana, participadora de Todo es la fuerza del Número... sin él, todo es indefinido, oscuro e intransparente.

Esa milenaria actividad detectivesca de la ciencia se denomina investigación. Investigar es seguir los vestigios, las huellas de algo o al-



**Fig. No. 1.** El núcleo de las ciencias abstractas o formales (matemáticas, lógica, análisis, etc.) y sus vinculaciones con las ciencias fácticas tripartidas en físicas, biológicas y psicosociales. Estos tres grupos, por su parte, se interrelacionan intensamente, particularmente en los territorios limítrofes. Este esquema clasificatorio puede corresponder a la concepción "normal" de la epistemología contemporánea propuesta por los "analistas" y el Círculo de Viena. (Según J. Hladik, 1980).

nan juntas la oscuridad nocturna y la indefinición femenina. Esa lanzadera dialogante será el número, cuya gloria se celebra en el fragmento 44 B 11 de los pensamientos del Maestro:

quien<sup>8</sup>. En el campo científico no se investiga porque sí, por curiosidad pertinaz, ni todo lo que pulula en nuestro derredor, ni lo que aparece como

un regalo de las circunstancias. Es cierto que a veces la casualidad, transformada en súbita causalidad por la vivaz captación del científico, hace saltar la liebre por donde menos se piensa. Ha intervenido el azar<sup>9</sup>, se dice. Pero ¿se trata verdaderamente del azar o de los reflejos del cazador que aprieta el gatillo a tiempo cuando la legalidad de la Naturaleza invade la legalidad de la cinegética?

Para investigar es menester que de antemano "exista un problema" (Popper), que aquellas intrigantes huellas vengan de alguna parte y se dirijan hacia otra, configurando así una propuesta para el acrecentamiento del saber o un desafío para la humana necesidad de hacer. Se investiga bajo un acicate teórico o bajo el imperio de la **praxis**: en ambos casos existe un previo signo de interrogación en la mente, una pregunta obsesionante, un marco básico que otorga coherencia a lo que se describe, se mide o se relaciona.

4. Toda investigación, para ser operativa, requiere un método, o sea un camino y un caminar que vayan tras aquellos vestigios alusivos a los procesos profundos y constantes que son, a la vez, el motor cinético y dialéctico de la realidad. Método, en griego, significa "camino hacia", procedimiento racional y ordenado para obtener un resultado planeado de antemano. Va así de la mano de la **tékhnē**, la técnica, un saber hacer que mediante la habilidad se convierte en un poder hacer. Pero este método, al igual que la técnica, se inspira en el **logos**. El **logos**, entre muchos otros sentidos tiene el de ordenar pues deriva de **leguein**, es decir, coleccionar sistemáticamente y poner lo coleccionado ante sí<sup>10</sup>.

Dicho camino, el del método —valga la redundancia—, está señalado por una serie de operaciones, de pasos que antes de llegar a las hipótesis, a las verificaciones y a las teorías deben transformar los fenómenos<sup>11</sup> en hechos<sup>12</sup>. El hecho es un fragmento significativo de la realidad empírica desprendido como una escama de aquélla mediante la actividad del observador. El hecho constituye un pequeño constructo, un "objeto válido" fabricado por el científico y como tal será un elemento apto para levantar edificios teóricos o para disciplinar las intervenciones prácticas. La realidad<sup>13</sup>, generalmente opaca y por momentos caótica, tal como aparece en el caleidoscopio de los sentidos, se convierte en parcialmente inteligible al ser iluminada por dentro, o sea en su esencia<sup>14</sup>, por el **factotum**, el hacedor de hechos. El **factotum**, que ayer era el hechicero, el progenitor, de hechizos verbales y fetiches sustantivos, es hoy el científico, luego de haber pasado por la crisálida del alquimista y por la retorta neoplatónica del Renacimiento<sup>15</sup>.

El científico aparta la paja de las apariencias con un leve soplo de teoría, siempre presente en lo que se supone desprevenida e ingenua observación y encuentra, es decir inventa<sup>16</sup>, el soterrado grano de las cosas. Estamos ante la construcción del hecho: ya por intermedio de "un lenguaje" como proponía Poincaré, ya por la funcionalidad pragmática ordenadora como establecía Dewey, ya por la **noesis** y el **noema** que Husserl introdujo como pareja indisoluble<sup>17</sup>. De este modo el científico, sujeto activo y actuante, se asocia con la realidad y escala (o desciende) sus distintos niveles a los efectos de aislar y cons-

truir, al tiempo de definir, los objetos de su ciencia.

5. El "vayamos a los hechos sin mayores rodeos" es un buen consejo siempre que el investigador recurra al método apropiado. No se pueden atrapar los hechos como a las mariposas ni separarlos de las arenas de la cotidianidad como a las pepitas de oro en los placeres. El método, según Dilthey, es como un cuchillo: hay que probarlo para ver si corta. Pero detenerse demasiado en la explicación o justificación del mismo, como sucede con quienes se deleitan describiendo la empuñadura sin probar el filo de la hoja, resulta una demora innecesaria. Y mucho peor es quedarse en el camino sin llegar a la posada, prefiriendo la "conciencia de la con-

ciencia de las cosas" a "la conciencia de las cosas" (Millas), como sucede con tantos prestidigitadores de lo fáctico.

En este último caso, ejemplificado por una legión de epistemólogos que nos embelecen con sus recetas lógico-matemáticas sin haber jamás realizado la más simple investigación fuera de sus eruditas bibliotecas, la teoría de la teoría suplanta a la teoría propiamente dicha y el delirio definitorio arrumba a la realidad fenoménica en el desván de los trastos viejos.

Definir no es crear. Es simplemente acotar, aislar, simplificar y, las más de las veces, empobrecer.

Así como un geógrafo no crea un mar cuando traza líneas limítrofes y dice "a esta parte de la superficie oceánica limitada por estas líneas la voy a llamar Mar Amarillo", así también el matemático no puede crear nada mediante sus definiciones.

FREGE, 1893-1903 (18)

**Mutatis mutandi**, cuando un lógico semántico refina y perfecciona un lenguaje, tampoco crea nada, ni siquiera una teoría en el sentido peyorativo del término. El primitivo y todavía vigente significado de **teoría** es contemplación del espectáculo de la realidad<sup>19</sup>. La teoría brota de la

mirada, ese activo espejo del mundo que, a la vez, engendra el espectáculo y la especulación<sup>20</sup>. La especulación es la serena vía óptica hacia el conocimiento que, de este modo, se convierte en imagen e imaginación al mismo tiempo. Bernal, en tal sentido, señala que

utilizamos la palabra **ver**, en muchas oportunidades, como expresión de una forma de entender. Se dice "ya lo veo" para expresar que se entiende una conexión lógica<sup>21</sup>.

No conviene al conocimiento científico, con todo lo falible y auto-correctivo que pueda ser<sup>22</sup>, como lo demuestran sus renovados paradigmas (Kuhn), quedarse en las antepasas del método y rehuir el escenario,

a menudo desprolijo y despistador, de las realidades fenoménicas que nos hostigan con su metralla empírica. Tampoco es bueno para la ciencia "con conciencia" consumirse en la pura especulación sin tender puentes

entre la teoría y la práctica, tan necesarios para transformar el mundo luego de haberlo comprendido.

6. Las anteriores disquisiciones vienen a cuento porque la manía epistemológica contemporánea, que prefiere "una conferencia sobre el cielo al cielo mismo" (Ortega y Gasset), ha desarrollado, a propósito de los modelos, la modelización y los sistemas modelados, un vasto despliegue propagandístico (iba a escribir catequístico) cuando no ideológico, a tal punto que muchos tratadistas piensan que hacer ciencia es hacer modelos. A lo que yo agregaría, y quedarse en ellos.

Una de las preguntas que los estoicos formulaban al respecto era si los sistemas existían en la realidad o si constituían construcciones que la mente proyectaba sobre la realidad, una especie de caos, para instaurar

en ella y con ella un Cosmos, una configuración tranquilizadora y coherente<sup>23</sup>. Pero a veces ni esto sucede: el epistemólogo se refugia en el carrolliano mundo del espejo y, ensimismado en su juego, supone que la realidad exterior es un mero desfile de fantasmas. O sea, Berkeley redivivo.

La mayoría de los autores que manejan el concepto de modelo lo hacen como si existiera un pacífico acatamiento acerca de su legitimidad. Pero legitimar es antes un acto de poder que un argumento de la razón. Como lo ha señalado Badiou, las nociones ideológicas, los conceptos científicos y las categorías filosóficas se entremezclan en el acto de construir y en la voluntad de legitimar los modelos. Pero, no obstante las diferencias entre los tipos modélicos y las orientaciones de los autores, existe una característica común:

En su condición de objeto artificial... el modelo es controlable. Es dable "prever de qué manera reaccionará el modelo en caso de modificación de alguno de sus elementos". Esta previsión, en la que estriba la **transparencia** teórica del modelo, se encuentra evidentemente vinculada al hecho de estar el modelo íntegramente montado... de suerte que la opacidad atribuida a lo real está ausente de él. Desde este punto de vista el modelo no es una transformación práctica de lo real, o sea de **su** real: pertenece al registro de la invención pura y está dotado de una "irrealidad" formal<sup>24</sup>.

Lo que sucede es que la impronta del positivismo lógico ha homologado canónicamente los razonamientos de dichos epistemólogos que, por otra parte, son muy bien acogidos por las editoriales y las universidades del **establishment**.

7. Modelo proviene del italiano **modello** y éste, a su vez, deriva del latín **modulus**, que quiere decir movi-

miento regulado, melodía, medida, módulo en definitiva. El **modulus** tiene que ver con las técnicas del arquitecto o del artista: es la relación existente entre una parte (el semidiámetro de la base de una columna, la cabeza humana, etc.) con el todo de un edificio o un cuerpo. La búsqueda de los ritmos internos, de la **divina proporzione**, constituía la gran preocupación de la estética renacentista, que no sólo era un lenguaje de

formas sino que dichas formas externalizaban el mensaje de símbolos profundos, de yacencias místicas, mágicas y metafísicas. Modelar, pues, era para los italianos del Renacimiento, época de la difusión del término **modello**, medir, relacionar y proporcionar el proyecto o la materialización del mismo en tanto que actividad propia de su **ars**.

El modelo, en tales casos, se halla en la mente o la **machietta** si se trata del proyecto de una futura realización, o en la realidad exterior, tridimensional y tangible, si se trata de un paisaje, de un objeto, de un ambiente doméstico o de una persona. Lo más común era este último caso; los verdaderos **modelli** existían en el espacio-tiempo de la vida cotidiana que devenía historia: así la **Fornarina**, la bella panadera escogida por Rafael como modelo, será inmortalizada por los rostros de las vírgenes brotadas del pincel del artista.

Hay, pues, dos variantes de la función del modelo. En la primera variante se diseña previamente. Es decir, se parte de un de-signio, de un signo interior, de una idea que luego se convertirá en materia modelada y modulada. A veces existe un eslabón intermedio; es el caso de los dibujos y construcciones a escala reducida de los helicópteros concebidos por Leonardo da Vinci. De este modo el modelo-mentefacto se **trans-forma** en modelo-artefacto, en objetivación del esquema mental. Para hablar en términos cartesianos: la **res cogitans** se proyecta hacia el exterior y se materializa en **res extensa**. En la segunda variante se cumple un proceso inverso. El modelo se halla fuera del sujeto, es exterior a quien lo contempla y capta en imágenes que luego se

convierten en un cuadro o una escultura. Dicho proceso no es el de una mera copia. No se trata de una reproducción puntual, de tipo fotográfico, ni de una miniaturización o agrandamiento escalares de la realidad, sino más bien de una **re-creación**, de una interpretación selectiva, subjetiva, heurística en suma, de aquélla.

El vaivén dialéctico entre estos dos tipos de modelo se manifiesta con claridad en el uso contemporáneo de los mismos; en el pasado el modelo estaba por fuera de lo modelado y privilegiaba un solo trayecto de este movimiento de lanzadera.

Existen otros tipos de modelos en la realidad social que nos rodea. Son los arquetipos, los modelos morales o conductuales y aún los modelos estéticos. Un gran estadista puede inspirar a políticos menores, que procuran copiar sus pautas de acción. ¿Y qué decir de los modelos de belleza femenina que han prevalecido en las diferentes épocas —las “Venus” paleolíticas, las Venus clásicas, las Venus barrocas— hasta llegar a las actuales Venus adosadas a la propaganda del consumo conspicuo?

Finalmente cabría hablar de los modelos metafísicos, del tipo de las Ideas platónicas, cuya discusión fue ampliamente realizada durante la querrela medieval de los universales.

8. En la presente circunstancia debemos dejar de lado los modelos metafísicos, morales y artísticos, amén de los tipológicos, para referirnos exclusivamente a los modelos científicos y a su doble utilización en los campos de las denominadas ciencias formales y ciencias fácticas<sup>25</sup>.

Hay múltiples definiciones y conceptualizaciones de lo que es y no es un modelo; lo mismo sucede con sus capacidades heurísticas y la fecundidad de sus réplicas. En tal sentido los especialistas y los "entendidos", esos eternos **dilettanti** que husmean con proverbial buen olfato los territorios marginales que circunvalan las

ciencias, conocen ya, entre la torrencial producción sobre el tema, lo que han escrito (y discutido) tratadistas tales como Hesse, Leatherdale, Bunge, Black, Badiou, Tarski, Bell y Slomson, Stachowiak, Braithwaite, Chang y Keisler, etc. En general, todos ellos han destacado el ir y venir enriquecedor provocado por

la emigración conceptual que la presentación del modelo permite, saltando de un orden a otro, y gracias a la cual, después de trabajar sobre el modelo, podemos regresar a la situación inicial y ensayar sobre ella los descubrimientos conseguidos en el estudio del modelo<sup>26</sup>.

La ciencia, desde su más lejano origen, ha estado construyendo modelos. El modelo es un recurso del espíritu humano, una astucia simplificadora de la inteligencia. El hombre, que no es un Dios —ni siquiera doméstico— y que ha dejado de ser una bestia —como lo autoproclamamos de espaldas a nuestros genocidios— necesita esquematizar y separar para comprender. La realidad, salvo en el caso de algunos visionarios —místicos, chamanes, espíritus infantiles en estado de pureza— no puede ser entendida de pronto, como

a la luz de un relámpago. Los sentidos a veces en vez de aclarar confunden, haciéndonos concebir al elefante como en la fábula de los ciegos y, en el mejor de los casos, obligándonos a saltar del plano óptico al táctil y de éste al acústico según la selección adaptativa del organismo o la configuración proxemística<sup>27</sup> de las culturas. Para que dicha realidad sea inteligible, para que muestre su carnadura tras la epidermis de los fenómenos, se requieren síntesis simbólicas, puentes, rodeos, sistematizaciones en suma:

...la realidad no se presta de golpe a este tipo de aprehensión; no se puede pasar directamente de la percepción y del comportamiento práctico espontáneo que la acompaña, a la construcción teórica y a la práctica experimental. Hace falta un intermediario: el modelo... Un modelo es una construcción abstracta a la que se supone proveedora de una aproximación esquemática e idealizada del campo concreto que nos ocupa y cuya estructura es lo suficientemente simple como para poder ser descrita por los recursos conceptuales existentes. El tipo paradigmático de modelo es el sistema: al menos es el tipo de modelo que mejor se presenta a un análisis en términos matemáticos<sup>28</sup>.

9. La noción de modelo reconoce dos niveles epistemológicos: el de las denominadas ciencias formales remite el modelo al área simbólica de la lógica matemática; el de las denominadas —a partir de Carnap—

ciencias empíricas, que hoy suelen llamarse factuales (Bunge), constituye un esquema descriptivo.

El modelo del primer tipo es una entidad escriptual que al referirse a

una teoría abstracta la interpreta de tal modo que la totalidad de sus enunciados son verdaderos. Si a la teoría abstracta de retículos en matemáticas procuramos aplicarle una interpretación de los símbolos elementales podemos hacerlo con la lógica proposicional (implicación de proposiciones) o con la teoría de conjuntos (modelos de retículos configurados sobre la relación de orden parcial).

El modelo del segundo tipo constituye una representación sistémica de un objeto o de un proceso de la realidad empírica (o transempírica, si nos atenemos al "corte" existente entre el umbral sensible y la recámara del conocimiento). Pero dicho modelo es desdoblado por ciertos epistemólogos que le tienen horror al abigarramiento de la realidad y al churriguerismo de los esquemas pictográficos, en dos instancias que se relacionan entre sí como el cuadro y la mirada del **connaisseur**.

La instancia inmediata es la del modelo-objeto que esquematiza la realidad referencial escogiendo las propiedades que se consideran relevan-

tes, y no las que **en sí** son efectivamente relevantes. Los criterios de relevancia son aplicados mediante un prisma donde refractan las nociones ideológicas de la "ciencia normal"<sup>29</sup> y la selectividad subjetiva del investigador. No obstante, sin tener en cuenta estos **bias** que empobrecen, deforman o caricaturizan la plenitud del objeto, se habla de la "objetividad" que supone esta aprehensión esquemática de la realidad. Se toca así, nuevamente, el punto más sensible del problema del conocimiento. ¿Puede el hombre conocer a fondo la realidad o sólo le es dable una aprehensión fragmentaria, subjetiva, de la misma? ¿Existe en las cosas un **ser** independiente de quien las conoce o es el sujeto quien las confiere, en el acto de conocer, los rasgos valederos? En definitiva, ¿tenía razón Protagoras o la tenía Platón?

La instancia mediata es la del modelo teórico. Este modelo apela a las proposiciones de una teoría específica para explicar las propiedades — y por ende el comportamiento— del modelo-objeto:

De esto se desprende una primera caracterización de la noción de modelo teórico: un modelo teórico es un sistema hipotético-deductivo concerniente a un objeto modelo que es, a su vez, una representación conceptual esquemática de una cosa o de una situación real o supuestamente real<sup>30</sup>.

Este procedimiento lógico provoca, empero, algunas cavilaciones. ¿Por qué construir un modelo descriptivo o interpretativo primero y contemplarlo luego, para volverlo a interpretar, con el ojo abstracto de la teoría? ¿Por qué esta heurística que en vez de encontrar de buenas a primeras propone una dilatoria hermenéutica a la segunda potencia?<sup>31</sup> ¿Qué significado cabal posee esta

**littfe theory** o "teoriúncula", como desdeñosamente la motejara Braithwaite?<sup>32</sup> ¿No supone dicho recurso un trasnochado regreso al platonismo?

Una suerte de respuesta proviene, quizá a modo de cavilosa confesión, del propio Bunge, uno de los más decididos defensores y promotores de dicho procedimiento:

de esta manera se corre el riesgo de inventar quimeras<sup>33</sup>.

Estos espectrales modelos-teoría se ordenan luego en la galaxia de una teoría científica global para engendrar, al margen de la dialéctica y la aporética de la realidad, aptas para multiplicar hipótesis y teorías dispares, tal cual lo pide Feyerabend<sup>34</sup>, una vía aséptica que, de tan apartada del mundanal ruido, puede llevar al onanismo método-lógico o a la tautología en su más pedestre sentido<sup>35</sup>.

Los aludidos hermanos siameses (el modelo-objeto y el modelo-"teoriúncula" de aquél) pueden abordar los sistemas de la realidad con la prudencia del **dónde** o con la soberbia del **cómo**.

En el primer caso se tienen los modelos de "caja negra", que registran los valores del **input** y del **output** en las puertas de entrada y de salida, sin considerar los estados internos del sistema.

En el segundo caso están los modelos de "caja transparente" que, con aquella precisión mecánica tan cara a Lord Kelvin<sup>36</sup>, procuran ofrecer una explicación de los estados internos del sistema. Son éstos, precisamente, los denominados "modelos mecánicos".

Entre ambos extremos se hallan los modelos de "caja opaca" donde, además de las entradas y salidas se registran, pero sin explicarlos, los estados sucesivos del sistema.

En cuanto a la tipología de los modelos, ellas también son abundantes y contradictorias. El caso de los modelos icónicos es un ejemplo: algunos autores los clasifican entre los

modelos-objeto e ideogramas; otros, en cambio, los desplazan a los dominios de la teoría<sup>37</sup>.

### ¿Por que modelo ambiental?

10. A partir de los años setenta, luego de una preparación operada en el decenio anterior en los EE.UU. y algunos países industrializados de Europa, el tema ambiental captó el interés de la opinión pública y del pensamiento científico en el mundo entero. La conferencia oficial de las Naciones Unidas realizada en Estocolmo (junio de 1972) y las "conferencias" paralelas tumultuosamente desarrolladas en su seno por **outsiders** (anarcoecologistas, países del Tercer Mundo y otros pintorescos conglomerados de "amantes de la naturaleza") constituyeron un vigoroso llamado a las naciones y clases sociales para realizar una Nueva Alianza con la Tierra y, en particular, con la biosfera esquilmada y contaminada.

El problema quedó claramente planteado entre las necesidades del desarrollo social y la conservación de la vida vegetal, animal y humana; entre la economía y la ecología; entre el crecimiento del P.N.B. y la supervivencia de los ecosistemas.

Los graves desequilibrios provocados por la contaminación de los medios receptores —agua, aire, suelo—, que a su turno provocaban alteraciones y degradaciones de magnitud variable en la "trama de la vida", obligaron a tomar medidas prácticas para conjurarlos y, a la vez, generaron una intensa actividad teórica, ideológica y política encaminada a precisar los caracteres del "ambien-

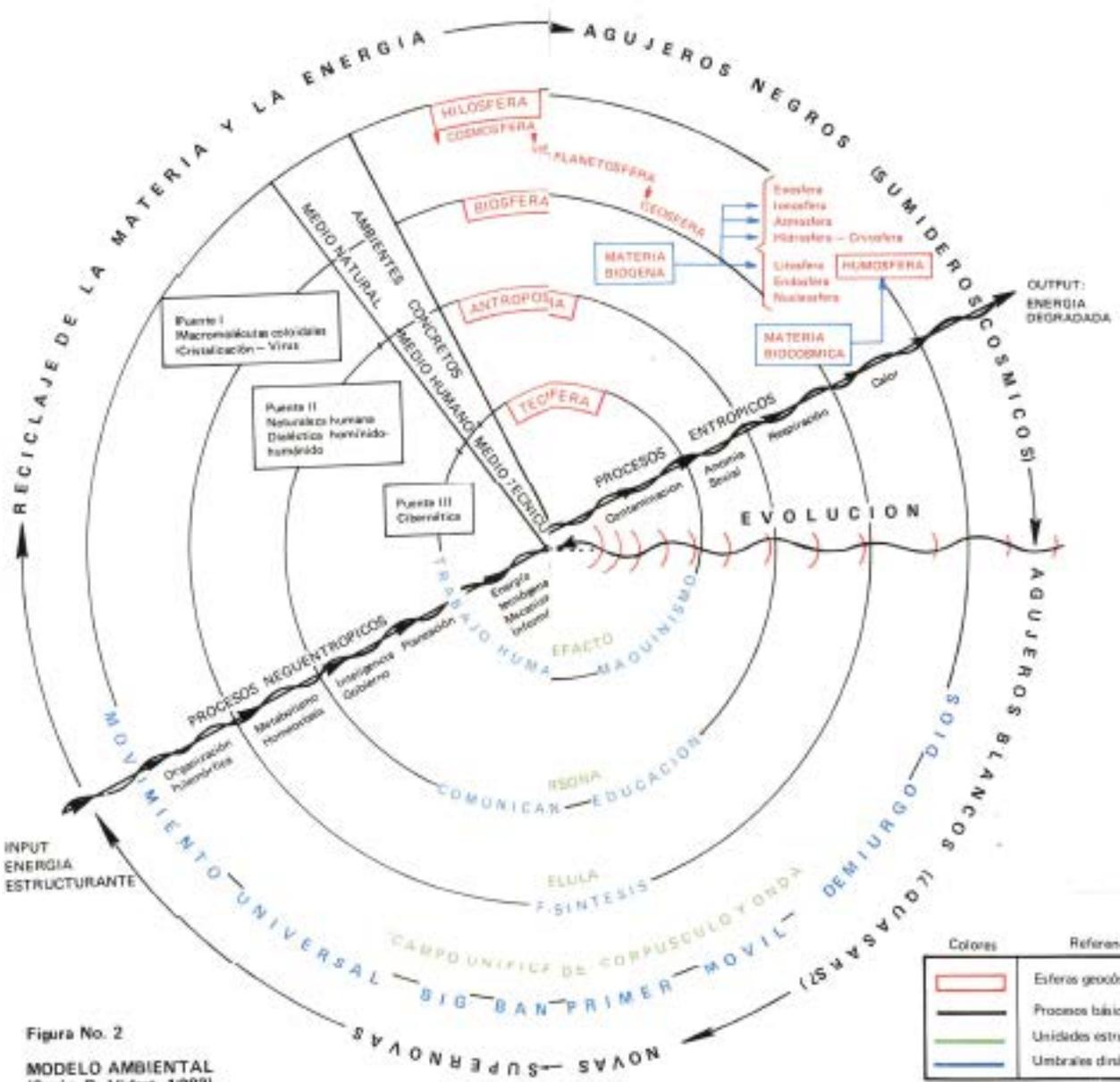


Figura No. 2  
 MODELO AMBIENTAL  
 (Según D. Vidart, 1983)

te" y las "verdaderas" causas de su crisis.

Comenzaron entonces a surgir los modelos ambientales: algunos globales y otros restringidos, algunos normativos y otros matemáticos, algunos nacidos en el seno de las naciones capitalistas y otros en las naciones socialistas o países del Tercer Mundo. Ejemplos dignos de consideración son el Primer Informe al Club de Roma, realizado por el equipo del World III (M.I.T.) y el Modelo Mundial Latinoamericano, debido al equipo de la Fundación Bariloche <sup>38</sup>.

11. El modelo que presento a la consideración de los ecólogos y especializados en sistemas (entre los cuales el ecosistema es un caso particular) no tiene ambiciones normativas. En más de un aspecto es un pre-modelo, o el boceto de un modelo, que puede aplicarse a cualquier ambiente concreto si bien, considerado abstractamente, puede resultar un esquema apto para hacer inteligibles los procesos, funciones y estructuras que interactúan a escala mundial. (Fig. 2)

El "modelo ambiental" tiene dos aspectos complementarios:

- a) En el aspecto gráfico consiste en un montaje material que dispone en el espacio, de modo sintético, procesos no necesariamente espaciales. Y cuando se atiende a lo espacial lo hace simbólicamente, sin recurrir a ningún tipo de escala;
- b) En el aspecto discursivo trata de articular una serie de explicaciones y cuantificaciones (a menudo demoradas en el vestíbulo de lo cualita-

tivo) que procuran conferir unidad a las discontinuidades y aliento dinámico al estatismo del ideograma.

Estimo conveniente aclarar que he consultado un modelo similar, el cual describe "cabeza abajo" lo que yo procuro poner de pie, diseñado por el equipo del CEMAMB de la Universidad Central de Venezuela. Se trata de un esfuerzo valioso, quizá demasiado esquemático todavía, pero cuya elaboración en etapas posteriores pondrá a prueba su capacidad operativa, ya insinuada en el diseño inicial que, si bien engloba lo cósmico en lo antrópico, puede rendir útiles resultados.

Quiero ahora referirme a los procedimientos empleados, al lenguaje utilizado y a los símbolos manejados en el "modelo ambiental".

En primera instancia divido los componentes del ambiente en una serie de esferas. Se trata de una división artificial, de tipo didáctico. La realidad es un **continuum** sin cesuras ni brechas a tal punto que lo cósmico, que tan remoto parece en medio de una multitud urbana o un paisaje industrial, está siempre presente, si bien olvidado o ignorado por el humano espectador. (Fig. 3)

Las esferas que discernimos en el ambiente responden a los ordenamientos de complejidad creciente y generalidad decreciente que determinan los sucesivos niveles con que la mente humana ha pretendido explicar o clasificar la realidad global del Universo-Mundo. Sea cual fuere el punto de partida (las megamagnitudes o las micromagnitudes, la materia o la energía, la entropía o la neguentropía, las estructuras o los procesos, el ser o el devenir) siempre se desemboca

en las ambiguas encrucijadas de lo analítico y lo sintético<sup>39</sup> donde las facultades de nuestra especie, hoy por hoy dueña y señora del planeta y no por ello menos falible y contingente, propone leyes científicas provisionarias que sólo coinciden coyuntural y transitoriamente con la legalidad propia de la Naturaleza<sup>40</sup>.

Dichas esferas —a las que de pronto es mejor denominar sistemas— derivan de la cosmosfera y conservan siempre la impronta de su origen, pese al **décalage** impuesto por la evolución que de lo inorgánico conduce a lo antrópico a través de lo vital.

Al igual que las muñecas rusas —que en puridad histórica son chinas— estas esferas se encuentran envaginadas las unas dentro de las otras y sólo pueden entenderse a partir de la comprensión de lo cósmico. (Fig. 4)

Es por ello que, contrariamente a los que parten del hombre para entender el mundo, yo propongo partir de las claves del universo (por lo menos de las que hasta ahora han sido develadas) para ubicar en sus proporciones correctas al hombre y sus obras. Se evita así el antropocentrismo que vicia la mayoría de nuestros estudios con las desmesuras impuestas por una sobrevaloración de lo biológico y lo cultural.

Desde el punto de vista de los niveles evolutivos, que constituyen "una larga cadena de complicaciones" (Alfvén), las diferentes "esferas" a considerar son las siguientes:

- la hilosfera geocósmica;
- la biosfera, que también puede denominarse ecosfera;

- la antroposfera, vinculada dialécticamente con la ascensión y desarrollo de la noosfera;
- la tecnósfera, cuya deriva a la concetricidad del punto  $\Omega$  está empujada, como veremos, por las veloces conquistas de la cibernética.

Por su parte la hilosfera geocósmica puede ser descompuesta en tres sucesivas y correlacionadas subesferas:

- la cosmosfera, como totalidad y continente supremo, como matriz y **Natura** primigenia que, según el punto de vista adoptado, puede ser **naturans** o **naturata**;
- la heliosfera, que incluye la planetosfera y conviene, por ello, denominar helioplanetosfera;
- la geosfera propiamente dicha, nuestra patria terrestre. Dicha geosfera se considera en su condición inorgánica, esto es, antes de que la biosfera apareciera en ella y la modificara intensamente, por lo menos en las intertases superficiales donde agua, aire y suelo dialogan desde hace más de cuatro evos<sup>41</sup>.

La condición inorgánica de la geosfera es considerada en los estados atómicos y moleculares de la materia, una entidad que ha provocado batallas filosóficas y políticas a causa de la interpretación desmesurada de un solo aspecto del **continuum hilo-energo-crono-tópico**. (Fig. 5)

Así como hemos aislado la materia del **œuf cosmique** de la proto-cosa esencial, también hemos hecho lo mismo con la energía, el espacio y el tiempo. La limitación de nuestros sentidos y el campanilismo de las ciencias "naturales" han separado lo

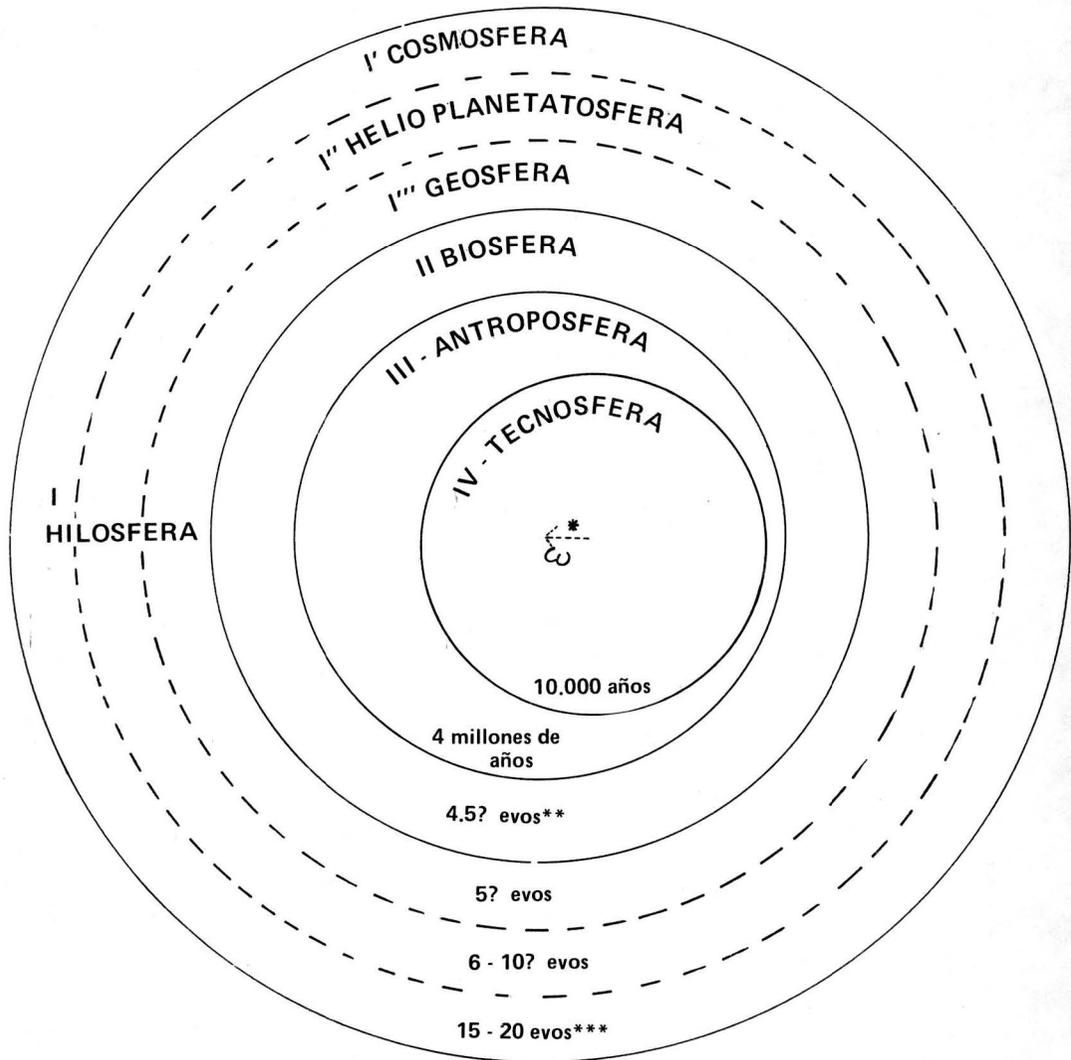


Fig. 3 Orden y probables fechas de aparición de las geocosmosferas (Según D. Vidart, 1983)

- \* La deriva de la tecnósfera hacia el punto  $\omega$  está impulsada por los desarrollos de la cibernética.
- \*\* Un evo equivale a mil millones de años ( $10^9$ )
- \*\*\* En el caso del modelo de un universo originados por el "Big Bang" inicial.

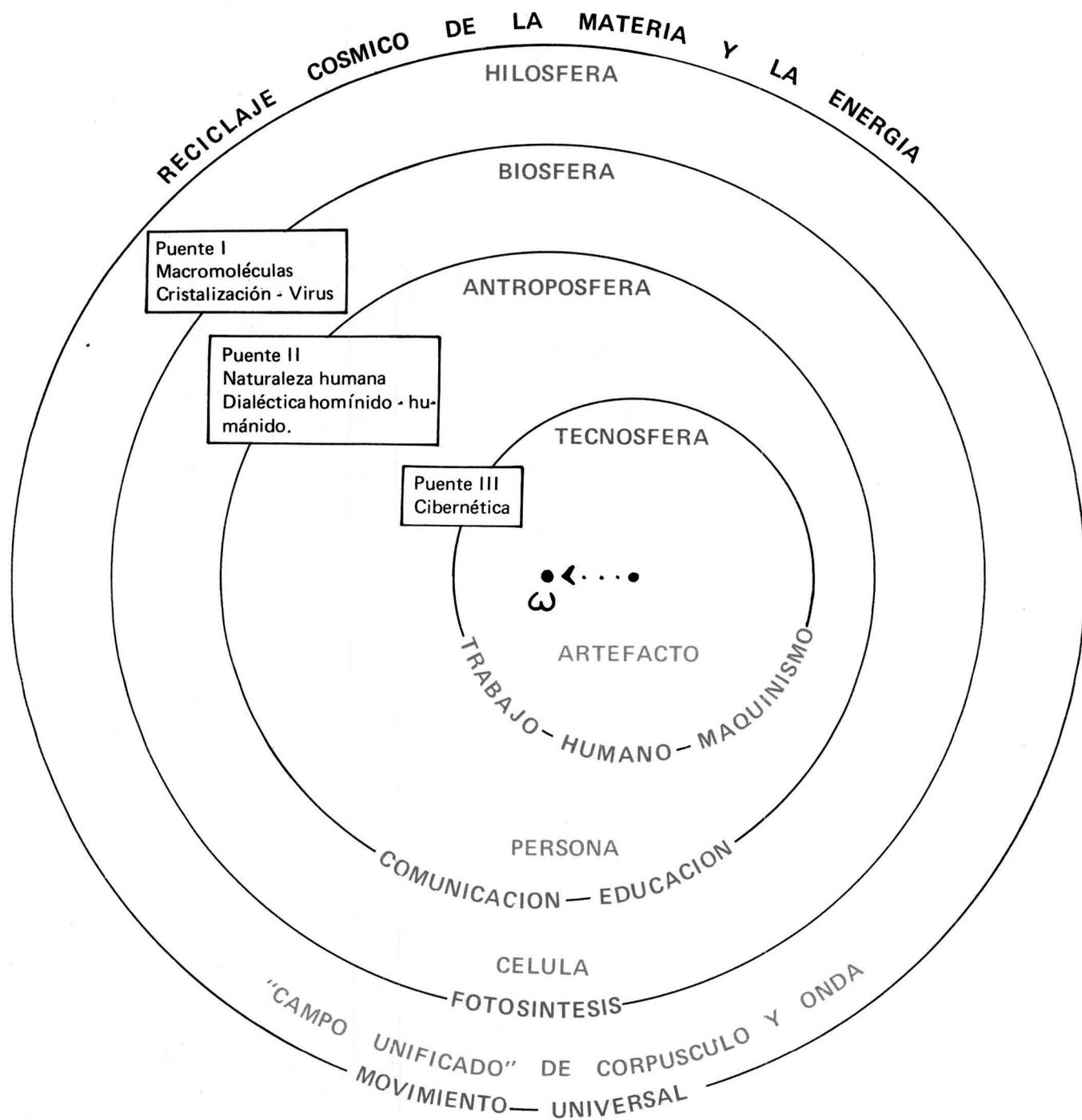


Fig. 4 Procesos básicos, unidades estructurantes, umbrales dinámicos y puentes entre las "discontinuidades" (Según D. Vidart, 1983)

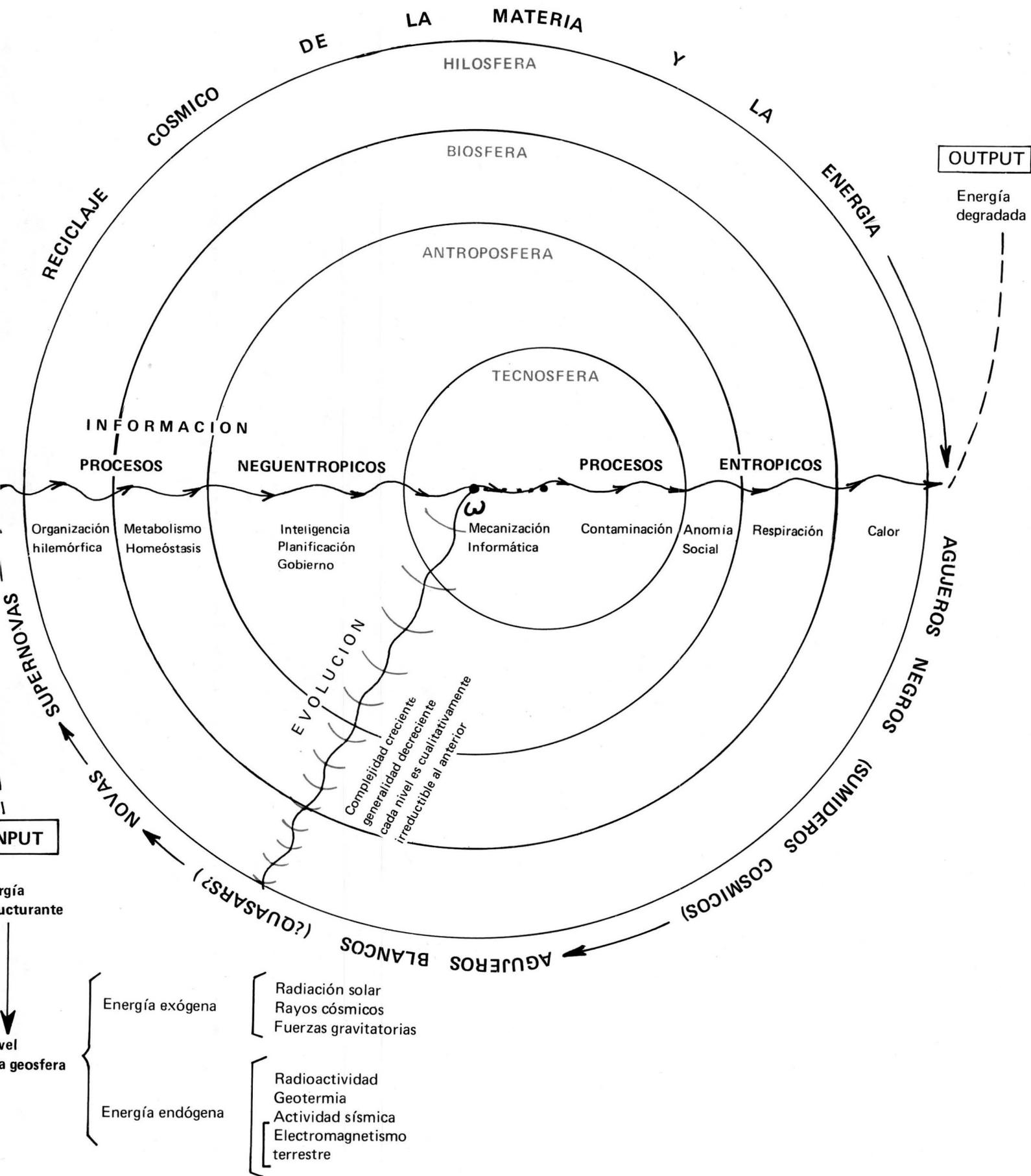


Fig. 5 Evolución, energía, información (Según D. Vidart, 1983)

que siempre estuvo y estará unido en la matriz del universo. Por ello no debe sorprendernos esos autores contemporáneos que repiten mecánicamente, con palabras del siglo XX, una lección aprendida en el siglo XIX: el sistema de la naturaleza debe entenderse en tanto que un flujo de energía, un reciclaje de materia y una ganancia (**epictesis**) o pérdida (**entropía**) de información. La información —uno de los caballos de batalla de la ciencia contemporánea<sup>42</sup>— no es otra cosa que un reflotamiento del **hilemorfismo** aristotélico<sup>43</sup> que, en más de un sentido, contradice las tendencias holísticas<sup>44</sup> entre las cuales figuran los aludidos autores.

El análisis trabaja en el campo de las discontinuidades. Solamente comprende las cosas si las extrae de su océano materno. Este afán museográfico ha hecho más mal que bien a la ciencia. El macizo continente de la realidad se fragmenta en un archipiélago separado por "brechas", por "cortes", por compartimentaciones. Dicho furor taxonómico, no contento con dispersar a los cuatro vientos los **disjecta membra** de la realidad, se complace en multiplicar las ciencias y las especializaciones.

Por eso es necesario partir de una actitud sintética, apta para captar las totalidades en tanto que tales o, por lo menos, intentarlo. Al ser con-

templadas desde las aldeas de la especialización o al ser maleadas por las dictaduras de los ismos (materialismo, idealismo, fenomenalismo, racionalismo, empirismo, monismo, dualismo, etc.), dichas totalidades integrales e integradoras sufren distorsiones cuando no prestidigitaciones. Al asumir una posición sintética en cuanto a la continuidad de la naturaleza también conviene aclarar que el problema de las magnitudes ha sido planteado desde el reino del hombre y no desde las dimensiones del Universo.

A partir de la revolución relativística la tricotomía macro, meso y microcósmica ha perdido rigidez si bien todavía ignoramos la vía regia que conduce desde la física cuántica a la física relativística. En consecuencia, sólo por comodidad descriptiva podemos seguir hablando de tres órdenes de magnitudes: el macrocósmico (Galaxia y Metagalaxia), el mesocósmico (los objetos y seres observables a simple vista en la superficie de la Tierra, el Sol y el sistema planetario) y el microcósmico (**quarks**, partículas subatómicas, átomos y moléculas, a los cuales, en el orden biológico, deben agregarse los microorganismos, las bacterias y los virus).

**Veamos una de las clasificaciones al uso de los distintos niveles de la "existencia objetiva":**

El nivel más profundo es el constituido por la estructura interna de las partículas consideradas hasta hace poco como elementales, que están formadas por los **quarks**, cuyas características se están determinando ahora. Luego viene el nivel formado por dichas partículas en estado libre, es decir, cuando no se encuentran integrando una estructura. Enseguida tenemos el nivel nuclear, que es la estructura primordial formada por las partículas elementales y en donde ocurren procesos con energías elevadísimas y distancias sumamente pequeñas. Después vienen los procesos atómicos de distintas clases, de los cuales forman parte los núcleos como partículas in-

divisas, que abarcan energías menos elevadas y distancias mayores. Luego tenemos los procesos químicos, que comprenden las reacciones entre los átomos, para integrar y desintegrar las moléculas. A continuación tenemos los movimientos y transferencias de energía que se producen entre las moléculas, constituyendo el nivel termodinámico. Después vienen los procesos mesocósmicos de dimensiones semejantes a las del hombre, que son estudiadas por la física clásica. Finalmente se encuentran los procesos en que intervienen energías y masas elevadísimas conjugadas con distancias astronómicas, cuyas leyes son tratadas en la física relativista. En otro sentido, desprendiéndose también del nivel molecular, se hallan los procesos biológicos que se producen a partir de ciertas síntesis químicas muy complejas. Y después tenemos, en ese mismo sentido, los procesos sociales que se inician en una etapa elevada de la organización biológica, con la evolución histórica del hombre <sup>45</sup>.

En cada uno de estos niveles operan las interacciones entre masas y energías en el entendido que toda masa (materia) y toda energía surgen del orden macrocósmico donde los otros están incluidos. Las partículas elementales bullen en el plasma cósmico y en las estrellas "se cocinan" (Cloud) los elementos que componen los distintos cuerpos del Universo.

Sin embargo, no debe olvidarse que es el Movimiento Universal, el Primer Móvil, quien da cuerda energética a la totalidad de los cuerpos galácticos, intergalácticos e intragalácticos a partir de los deslumbrantes fotones que ardían en caótico caldo de positrones, (Fig. 6) neutrinos y electrones en el instante del **Fiat Lux**. Religión y ciencia una vez más se dan la mano y los físicos, los teólogos de nuestro tiempo, procuran explicarnos lo sucedido en "los tres primeros minutos" de la Creación <sup>46</sup>. A partir de ese instante, si es que se acepta la explosión del **atome primitif** de Lemaître, y no el Universo Estacionario de Bondi, Gold y Hoyle, se generan el espacio, el tiempo, la materia y la energía que, paradójicas aparte, son

una misma y sola cosa tanto a escala cósmica como a escala subatómica.

No obstante esta realidad unitaria, en el modelo se separan la energía de la materia y de algún modo figuran los parámetros espacio-temporales. Explicar es separar; modelar es analizar: resulta casi imposible evadirnos de los requerimientos primarios de nuestros sentidos.

Sin caer en el reduccionismo ostwaldiano, que veía en la energía la semilla del universo <sup>47</sup>, en el modelo se presta especial atención al flujo energético.

La energía gravitatoria y de los rayos cósmicos, la energía solar y la energía de los campos electromagnéticos de la Tierra, así como la de los enlaces químicos y las fuerzas nucleares, debe ser objeto, en cualquier circunstancia, de un detallado examen.

Relacionada con esta energía inorgánica se halla la generada y asimilada por los organismos. Los procesos metabólicos, puestos en marcha por la fotosíntesis clorofiliana, surgen

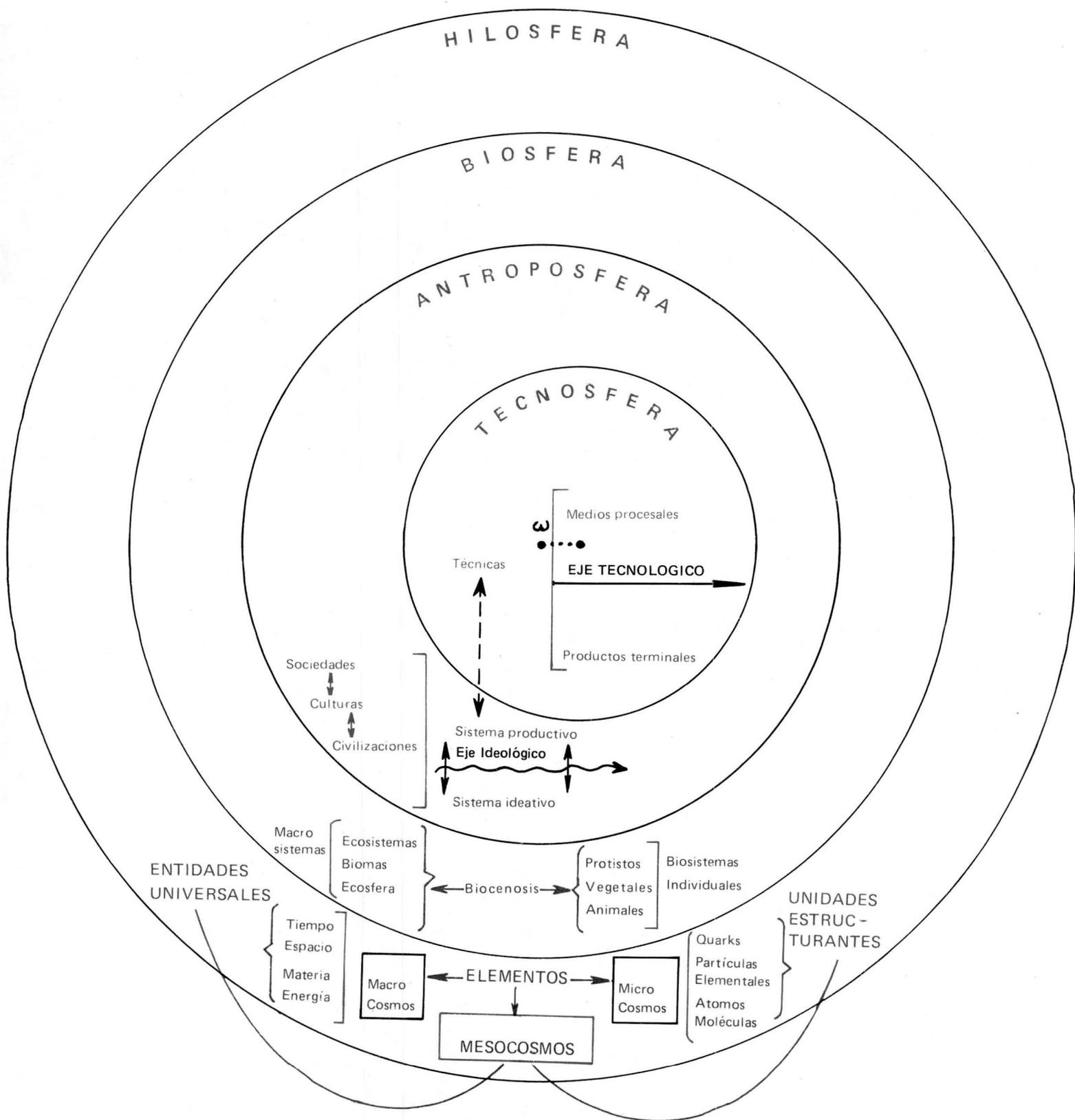


Fig. 6 Sistemas y subsistemas del continuo hilo - bio - antropo tecnológico.  
(Según D. Vidart, 1983)

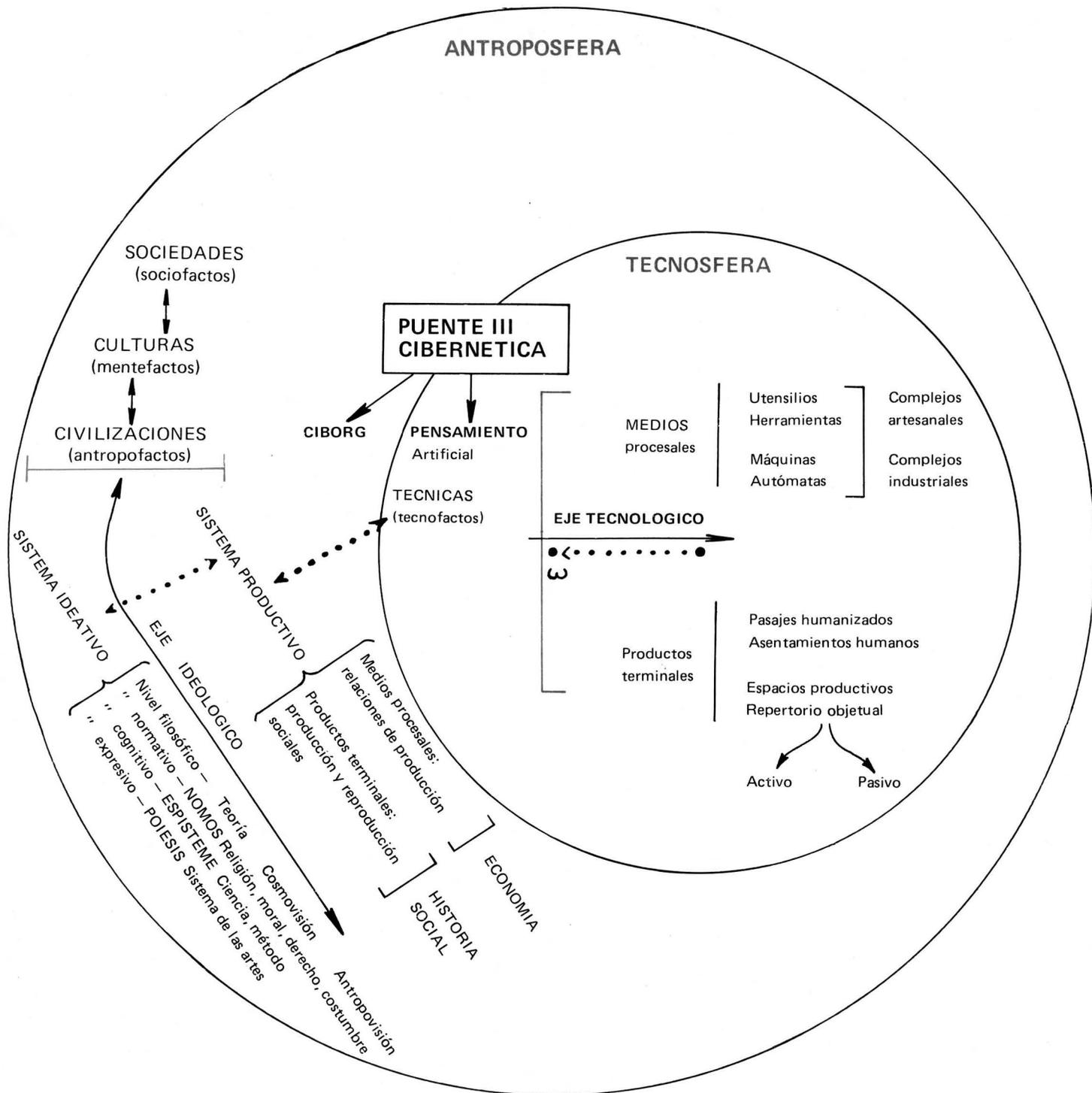


Fig. 7 Antroposfera y tecnosfera  
 Sistemas, subsistemas, interrelaciones.  
 (Copia D. Vidant, 1992)

en el ámbito de la biosfera y sus distintos ecosistemas. La educación y la comunicación son los émbolos transmisores y a la vez creadores de la cultura en el nivel de la antroposfera y la organización social mantiene el equilibrio de los grupos humanos, ya en su dialéctica interna, ya en sus relaciones con los ambientes donde habitan. Y, finalmente, el trabajo humano y el maquinismo —preindustrial, industrial y postindustrial— son las fuerzas motoras de la tecnósfera.

Cada esfera despliega sus reglas de juego apoyada en un **pivot** estructural básico, en una base unitaria. La hilosfera se fundamenta en el mal denominado "campo unificado" del corpúsculo y la onda; la biosfera, en la célula; la antroposfera, en la persona humana, encrucijada individual de la sociedad, organizada en instituciones, y la cultura, integrada por símbolos; la tecnósfera, en el artefacto. (Fig. 7)

Entre las distintas esferas, que forman como un río fluyente de materia y energía limitado por las riberas del espacio-tiempo, aparecen cesuras artificiales que el modelo debe salvar con distintos **puentes**. Estos puentes permiten los intercambios e interrelaciones entre lo inorgánico y lo orgánico, entre lo orgánico y lo antrópico, entre lo antrópico y lo tecnógeno.

Los distintos círculos concéntricos que pautan el **continuum** de la realidad cosmobiosociocultural son atravesados por trazos indicadores de los procesos puestos en movimiento por la mayor, menor o inexistente presencia de la información que, actuando sobre los distintos estados de la materia y las cualidades y las cantidades de energía, organizan o desor-

ganizan las estructuras y funciones propias de cada esfera.

Finalmente, y ligado con el movimiento que es cambio, transformación, tendencia dinámica a nuevos estados, existe un gran aliento evolutivo que va de lo simple a lo complejo, de los átomos a las células y los organismos, de los organismos a los hombres y de los hombres a las axiologías y dispositivos objetuales que constituyen las distintas civilizaciones. Dicha evolución, consustancial a las estrellas y a las gramáticas, a las galaxias y a las constelaciones del poder en las sociedades humanas, puede ser encarada descriptiva o teleológicamente. En el primer caso aparece como un proceso ínsito en el continuo cosmobioantrópico y en el segundo como una actividad subyacente en la **physis** de antemano programada por el designio de un Demiurgo. Las respuestas hilozoistas, mágicas, metafísicas o teológicas han configurado, a lo largo de la historia del pensamiento humano, el contenido de una voluntad opuesta al azar y a la necesidad <sup>48</sup>. (Fig. 8)

### La hilosfera

12. Hilosfera (de **hylé**, madera, y por extensión materia en griego) significa, en la terminología de Teilhard de Chardin <sup>49</sup>, la esfera de la materia. La materia, si es que aún conviene seguir utilizando esta voz cargada de mitología, metafísica e ideología propias de la prehistoria del espíritu humano, hoy espabilado por la ciencia, es una noción construida por los sentidos y desarrollada por doctrinas que convirtieron al materialismo y al antimaterialismo en visiones antagónicas del mundo y de la vida. La ciencia contemporánea se ha encargado de refinar los conceptos y darnos otra

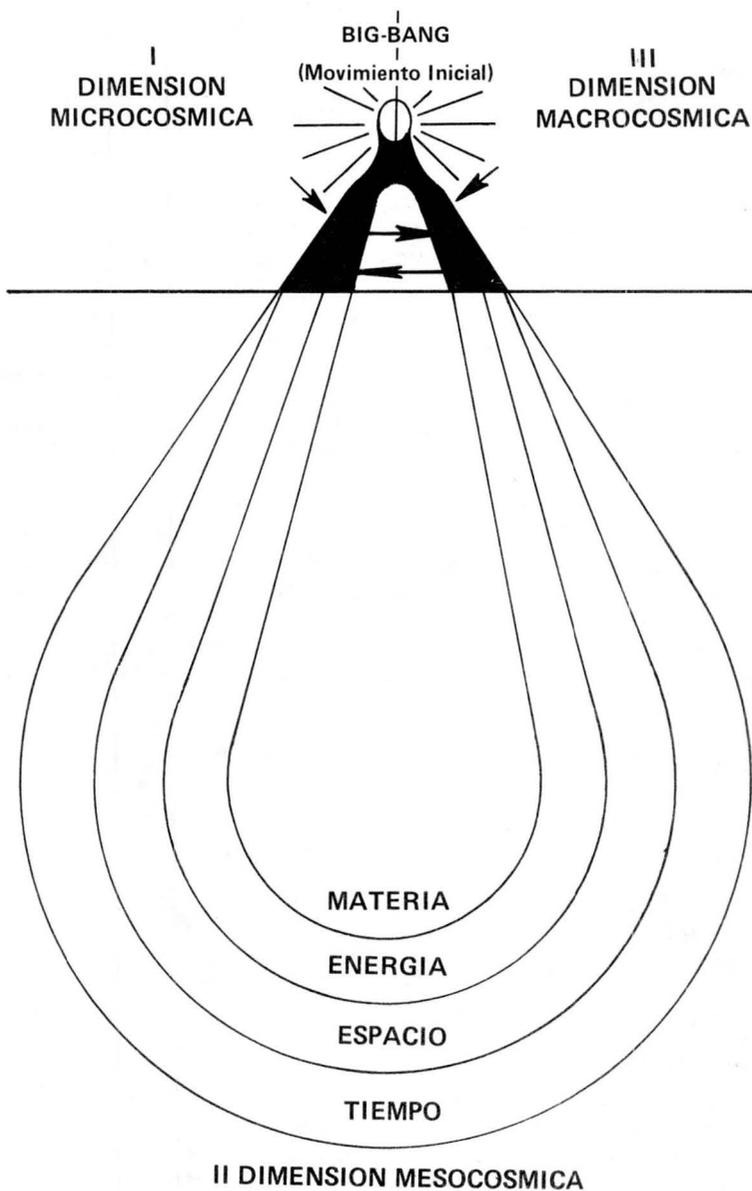


Fig. 8 Las entidades universales y las dimensiones cósmicas (según D. Vidart, 1983)

imagen de la realidad física donde la materia y la energía se determinan recíprocamente en los marcos plásticos e intercambiables del tiempo y el espacio. La materia, en tanto que **materia sensibilis communis**, es un ente receptivo cuya naturaleza puede ser inorgánica, orgánica o tecnológica. Dicha materia, purgada de vida y psiquismo, pero apta para recibirlos y condicionarlos, es denominada frecuentemente materia inanimada. Pero no es correcto llamarla así. Las nuevas concepciones de la física atómica y subatómica, consolidadas a mediados de este siglo luego de dos revolucionarios decenios (1920-1940), nos han revelado una "actividad" de las

partículas elementales y una "transparencia" de sus ámbitos que nuestros rústicos sentidos no pueden captar, atenidos como están a la exterioridad de los volúmenes o a la impenetrabilidad de una masa sustantiva. Por otra parte el prurito humano de simplificación, a veces tan cercano al tactismo zoológico o a la "fe animal" (Santayana), proclama la corporeidad material de una roca, de un insecto o de una multitud humana pero se resiste a encontrar materia en un gas o en un perfume. Pero es bueno también recordar, como lo hace Eddington, algunos detalles de la vida cotidiana que aparentemente contradicen los postulados relativistas de la ciencia:

Como ser consciente estoy ligado a una historia. La parte sensible de mi espíritu me cuenta una historia sobre el mundo que me rodea. Dicha historia se refiere a objetos familiares. Habla de colores, de sonidos, de olores que le son propios; del espacio ilimitado en que estos objetos se encuentran, y del tiempo que, en su incesante transcurrir, aporta cambios e incidencias. Habla, pues, de otra vida además de la mía, ocupada en sus propios asuntos.

Como hombre de ciencia he aprendido a desconfiar de esta historia. En varios casos ha sucedido que las cosas no son lo que parecen ser. Si creo al narrador de la historia, tengo ahora ante mí una mesa sólida; pero la física me ha enseñado que la mesa no es en absoluto una sustancia continúa que la historia me ha dicho que era. Es una multitud de cargas eléctricas muy pequeñas danzando en todos sentidos con una velocidad inimaginable. En lugar de una sustancia sólida, mi mesa se parece mejor a un enjambre de moscardones.

Así he llegado a darme cuenta de que no debo acordar gran confianza al narrador instalado en mi espíritu. Por otra parte tampoco puedo despreciarlo del todo pues su historia tiene algún fondo de verdad, sobre todo en aquellas anécdotas que más íntimamente me conciernen. Pues yo pertenezco también a esta historia y si no represento mi papel en ella, como los otros actores, será tanto peor para mí. Por ejemplo, de repente aparece en esta historia un automóvil que avanza rápidamente... Como hombre de ciencia considero la multitud de detalles que el narrador me aporta... pero acepto el consejo de que lo más sensato es apartarse de su camino<sup>50</sup>.

La razón práctica de la vida sabe experimentalmente que la materia, cuya transparencia y levedad ha probado la razón pura del científico,

se convierte, en nuestro mundo y a nuestra escala, en una masa que pesa, golpea y destroza con su impene- trabilidad, su opacidad, su consistencia sólida, su tenacidad inercial, etc.

Hay buenos motivos, pues, para concebir a la hilosfera como "la esfera de la materia" y para considerar dicha materia, la que forma nuestros cuerpos y las montañas que nos rodean, la que manifiesta sus propiedades y sus dimensiones en el ancho escenario de los paisajes y la íntima tipología de los objetos familiares, como portadora de las calidades y cantidades que la física clásica, hecha a la medida del hombre, le asignara oportunamente.

Como se expresó antes, la hilosfera considerada en el modelo está integrada por varias esferas de magnitud decreciente, contenidas unas dentro de las otras como las capas concéntricas de una cebolla. Esas esferas sucesivas son la cosmosfera, la helioplanetosfera y la geosfera.

13. La cosmosfera, o sea el Cosmos, es el Universo organizado. Dicha organización puede provenir de un orden impuesto por la Divinidad Creadora o asumido por la causalidad física. Pero tampoco es descartable que tal orden sea proyectado en el aparente caos del Universo por el espíritu sistematizador del hombre. El Cosmos de Galileo ya no es el de Aristóteles y el de De Sitter difiere del de Lyttleton. El "Nuevo Cosmos" es el título que un tratadista puso a su libro de astronomía escrito en 1974 <sup>51</sup>. Y este nuevo cosmos ya está "atrasado" con respecto al descrito recientemente por Sagan <sup>52</sup>. ¿Cómo será el cosmos, ya en sus aspectos cosmo- gráficos, ya en sus desarrollos cos-

mológicos, hacia el año 2300? ¿Hasta qué punto la ciencia y la tecnología habrán develado los "misterios" que hoy por hoy nos abruma?

El Cosmos, a partir de los pitagóricos, aunque algunos historiadores de la filosofía se remiten a Parménides, es el orden existente en la naturaleza, particularmente en la sidérea, en tanto que totalidad organizada.

Este cosmos, reflejado en el orden humano —o al revés, ya que la legalidad de la **physis** pudo haber sido hija del **nomos**, el orden surgido con el "pacto social" de la **polis**—, equivale a disciplina, buen gobierno, adorno, vestido adecuado, belleza en suma. Un individuo **acosmio** es un ser sin plan vital, un desordenado cuando no un disipado (aquí rige también el concepto de entropía); un rostro femenino hermozeado por cosméticos revela la presencia del orden divino en la voluntad estética de la hembra humana.

El cosmos nos parece tan lejano, tan ajeno a los intereses terrenales que, desde muy tempranas épocas, se le ha considerado como el magnífico telón de fondo del drama nocturno de los hombres cuando, en las horas de reflexión y melancolía, nuestros ojos desolados se levantan hacia las estrellas.

Pero no es así. La Tierra, con su carga de paisajes y seres vivientes, con sus rocas, sus aguas y su atmósfera, pertenece por entero al cosmos, y dicho cosmos está perpetuamente presente en nuestro hogar planetario, en sus provincias biogeográficas y en nuestros cuerpos y espíritus.

No corresponde aquí trazar los lineamientos de los modelos de univer-

so propuestos <sup>53</sup> ni de las cosmogonías concebidas por las diferentes civilizaciones <sup>54</sup>. Partamos de los datos contemporáneos, refinados por telescopios y radiotelescopios de extraordinaria potencia, amén de unas ciencias físicas y matemáticas de primera magnitud, tal cual puede comprobarse al consultar los actuales tratados de astronomía y cosmografía, cuyas traducciones al español, lamentablemente, son escasas y espaciadas <sup>55</sup>.

Según esos datos acerca del Universo sabemos (o creemos saber) lo siguiente:

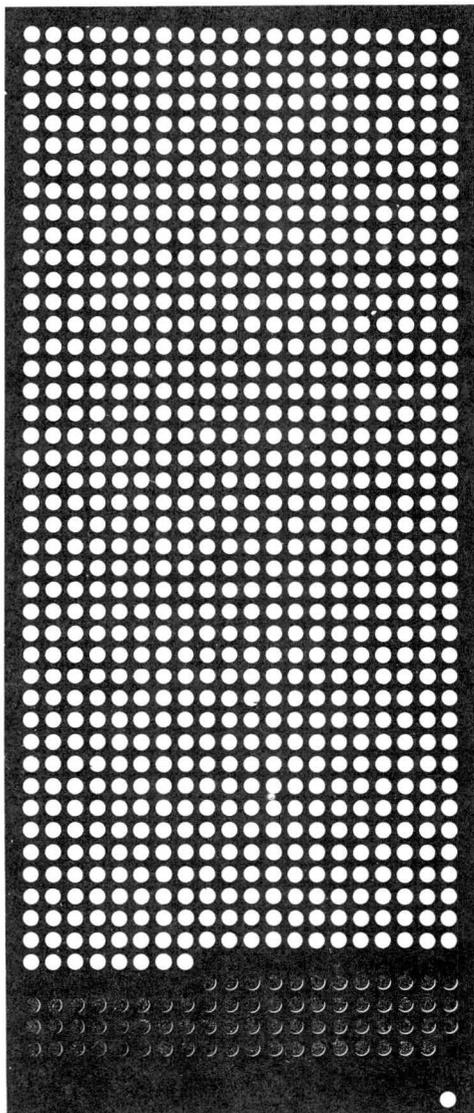
1º Que está compuesto por los 96 elementos clasificados en la tabla periódica, en tanto que un elemento es un conjunto específico formado por una sola clase de átomos;

(Fig. 9)

2º Que los átomos predominantes son los de hidrógeno (un 90% del total) seguidos por los de helio, que abarcan casi todo el resto. Los átomos pesados constituyen una mínima porción y dentro de ella se encuentra la "atípica" Tierra;

3º Que las masas y energías revelan uniformidades estructurales y funcionales: cada galaxia es semejante a las otras galaxias; cada tiempo y cada espacio son "típicos" en cada región del Universo.

4º Que no obstante las inmensas distancias que separan a las galaxias entre sí —los espacios oscuros predominan sobre los archipiélagos de luz— dichos espacios no están vacíos totalmente y se hallan atravesados por fuerzas gravitatorias, radiaciones electromagnéticas, neutrinos y



**Fig. No. 9.** De cada 1,000 átomos que integran el Universo 927 son de hidrógeno, 71 de helio y el punto restante corresponde a los átomos que componen los elementos pesados. Nuestra Tierra, en consecuencia, es una "anomalía", compartida por algunos cuerpos celestes de singular densidad y peso en un Cosmos liviano, casi gaseoso, generador de altas energías. (Según R.E. Dickerson e I. Geis, 1976).

rayos cósmicos constituidos por distintas partículas elementales.

5° Que las galaxias se alejan las unas de las otras y que el Universo se expande, expandiendo así el espacio (sin expandirse en el espacio) y creando el tiempo.

6° Que según el "principio cosmológico" las galaxias se distribuyen uniformemente en un espacio cerrado, finito e ilimitado que se curva sobre sí mismo (Einstein).

De lo anterior resulta que, según nuestros **actuales** conocimientos, el minúsculo sistema solar se halla en una de las galaxias de los millones que integran la Metagalaxia cuyos límites parecen ubicarse a  $10 \cdot 10^9$  años luz de los humanos ojos que contemplan el Cosmos.

Dentro de esa Metagalaxia, inmensamente más compleja que el Universo imaginado por los "relojeros" del siglo XVII, existen múltiples cuerpos y formas de energía que revelan la existencia de campos de fuerza y organizaciones materiales cuya naturaleza presumimos y calificamos según escalas extrapoladas de nuestro ombligo terrestre.

Actualmente se está trabajando intensamente en una serie de fenómenos "extraños" como lo son los agujeros negros, los **pulsars**, los **quasars**, las radiogalaxias, las galaxias Seyfert, los manantiales de rayos X y las supernovas. Sobre ellos se sabe poco aún. El día que sus "misterios" sean develados cambiará sin duda, y tal vez muy a fondo, nuestra concepción del Cosmos.

Según el estado contemporáneo de nuestros conocimientos el sistema solar ocupa una posición excéntrica con relación al núcleo de la galaxia, integrado por estrellas antiguas de color rojo. Nuestra galaxia o Vía Láctea<sup>56</sup>, pese a su inmenso tamaño, es una luciérnaga cósmica volando entre las miríadas de hermanas que se alejan unas de las otras, como un enjambre salido de un sitio originario común, tal cual lo comprobaran las experiencias de Hubble<sup>57</sup>.

Nuestra galaxia, inscrita en un sistema local<sup>58</sup> en el cual se encuentra la galaxia de Andrómeda, casi a dos millones de años luz no obstante ser la más cercana, tiene forma espiral y sus brazos, contemplados de canto, asumen un perfil lenticular. Dicha lente tiene un largo de 100.000 y un ancho de 10.000 años luz. Nosotros nos encontramos en el brazo espiral de Orión; hacia el centro se desenvuelve el brazo de Sagittarius y hacia el exterior el de Perseus. Cada brazo es una concentración de cuerpos de diversa naturaleza —estrellas de múltiples tipos, nebulosas gaseosas, materia interestelar, planetas, cometas, nubes de polvo cósmico, etc.— y cumple una revolución alrededor del centro galáctico cada 200-250 millones de años.

Dentro de nuestra galaxia las estrellas se encuentran a un promedio de 10 años luz las unas de las otras —salvo el caso de los cúmulos o conglomerados que apiñan sus enjambres en los bordes galácticos— y, en el caso del sistema solar, la más cercana, la Próxima del sistema triple austral Alpha Centauri, se encuentra a 4,28 años luz.

Se estima que existen en nuestra galaxia alrededor de 100 mil millones

de estrellas en distintos estados de evolución física y con diversos signos energéticos. Algunos astrónomos dan cifras mucho más altas y otros más

bajas. Davies considera que sólo hay 1.000 millones de estrellas y se apresura a decir que es el mismo número de células del cerebro humano <sup>59</sup>.

Elemento	Cosmos: abundancias relativas	Tierra		Vida	
		atmósfera hidrosfera	corteza	vegetales %	animales %
Hidrógeno	1000,0	2,0	0,03	10,0	10,0
Helio	278				
Oxígeno	11,8	9,978	0,623	79,0	65,0
Carbono	4,5	0,0001	0,0001	3,0	18,0
Neón	2,2				
Nitrógeno	1,6	0,003		0,28	3,0
Magnesio	0,81		0,018	0,8	0,05
Silicio	0,88		0,211	0,12	
Hierro	1,46		0,019	0,02	0,0004
Argón	0,14				
Azúfre	0,50	0,0005		0,01	0,25
Aluminio	0,72		0,064		
Calcio	0,09		0,019	0,12	2,0
Sodio	0,04	0,0008	0,026	0,03	0,15
Níquel	0,09				
Fósforo	0,0094			0,05	1,0
Potasio	0,0052			0,32	0,35
Otros	< 0,003	0,011	0,020	0,04	0,156

Fig. No. 10. Abundancia relativa de los elementos en el Cosmos (cosmosfera y helioplanetosfera), la Tierra (atmósfera, hidrosfera, litosfera) y la biosfera (ecosistemas). (Según M. Calvin, 1969).

Los cálculos supuestamente más aproximados revelan que en la Metagalaxia, o sea el conjunto de las galaxias visibles o presumibles, existen  $10^{22}$  estrellas y no más de 10.000 planetas semejantes al nuestro y quizá con vida similar a la terrestre. La vida sería así un accidente en el Universo, como pensaba Pascal, y no la inevitable emergencia de un programa metabólico primero e inteligente después, que subyace en lo inorgánico como, a muchos siglos del hillozoismo de los milesios, sostenía Teilhard de Chardin <sup>60</sup>.

14. En el modelo-objeto la cosmosfera está circundada por un límite. Tal vez lo más atinado hubiera sido dejarla abierta pues si el Universo es infinito, como sostiene la ciencia oficial soviética <sup>61</sup>, contrariamente a lo establecido por Einstein, no debe descartarse la existencia de Metagalaxias indetectables por nuestros actuales recursos técnicos. Pero, a los efectos de ubicarnos en la cómoda asíntota de la ciencia "normal" aceptemos que la Metagalaxia es única, que es finita, que tuvo su origen hace alrededor de 20 evos (sea en el **Ylem**

de Gamow, sea en el ambiplasma de Alfven) <sup>62</sup> y que puede describirse e interpretarse, de acuerdo con las escalas, según las leyes de la física newtoniana —lo meso— y de la eiste-niana —lo macro—.

La totalidad de lo existente, desde lo más grande a lo más pequeño, es decir, el conjunto de la realidad física donde cabe sin duda la biológica, está encuadrado por lo que el modelo presenta como la doble pareja de las entidades básicas. Dichas parejas están conformadas por la materia-energía en tanto que estructurantes sustanciales y el espacio-tiempo en cuanto que condicionantes formales.

Hasta ahora los físicos han partido de la existencia de por lo menos cuatro fuerzas: la gravedad, la "fuerza nuclear vigorosa" que mantiene la estructura atómica, la fuerza electromagnética, utilizada en las ondas de radio, y la "fuerza nuclear débil", responsable de la ignición solar.

En este momento las fuerzas de la tetracotomía comienzan a integrarse y regresan al lejano hontanar del Movimiento. Todavía la física tiene mucho que hacer en este dominio, pero lo va haciendo. El viejo edificio de la termodinámica —o por lo menos la filosofía implícita en la Segunda Ley— ha empezado a resquebrajarse y los agujeros negros, en tanto que entrada del sumidero cósmico de calor, y los agujeros blancos (quasars) en cuanto que salida de energía reciclada y "fresca", parecen darle un mentis a las teorías sobre la muerte térmica del Universo. Habrá que ver luego si ese turnover nos conduce o no a la concepción de un Universo cíclico, que "se enciende y apaga según medida" al decir del aludido Heráclito.

El nexa entre las entidades bási-

cas y las configuraciones descriptibles y/o sistematizables del micro, del meso y del macromundo está constituido por los elementos. Los elementos forman el puente entre las partículas subatómicas y las dos parejas que nacieron del Movimiento. Ya vendrán las ecuaciones para atrapar, tanto matemática como estéticamente, tales relaciones. Pero aún debemos ampliar algunos conceptos, puesto que nuestro modelo va de afuera hacia dentro, de lo general a lo particular, de los supuestos de la simplicidad (que no es tal) a los productos de la sobrevalorada complejidad (vida, inteligencia) cuyo común denominador es necesario descubrir de una vez por todas.

15. Comencemos por el Movimiento. El Movimiento es cambio de las

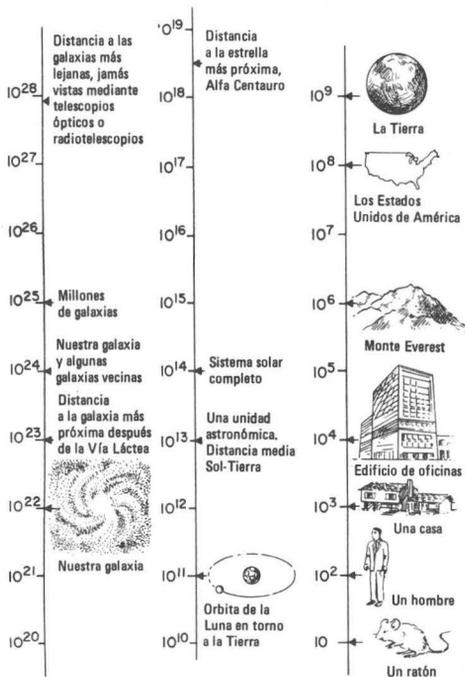


Fig. No. 11. Escala de magnitudes crecientes a partir de los 10 cms. (el tamaño de un ratón) hasta los 10<sup>28</sup> cms., dimensión del Universo conocido. (Según C. Grobstein, 1964).

cosas en el espacio y devenir de los procesos en el tiempo. El Movimiento es el factor que altera históricamente, esto es, evolutivamente, las formas y manifestaciones de la materia y de la energía. Es también contradicción, lucha de los opuestos, inquietud y desasosiego del Ser.

Antes de la Creación, según ciertas cosmogonías orientales, reinaba la absoluta, la beata quietud. Y son también las doctrinas orientales quienes proclaman la búsqueda de la quietud final, del Nirvana, por parte de las atormentadas criaturas humanas, al cabo de una serie de vías ascen-

centes y distintos tipos de "vehículos"<sup>63</sup>. El movimiento repugnaba a la filosofía de Parménides, deslumbrado por la esférica y ensimismada inmovilidad del Ser, perfecto a causa de su excelsa condición inmutable, eterno y no desgastado en razón de su propia quietud.

La quietud impera también en el **oeuf cosmique** de Lemaitre<sup>64</sup>, no muy distinto de las concepciones ovíparas de las cosmogonías arcaicas<sup>65</sup>. A partir del **Fiat Lux** —que equivale al "hágase el Movimiento"— del Primer Móvil aristotélico, del **Big Bang** de Gamow<sup>66</sup>, de la Creación en suma<sup>67</sup>, el Movimiento, y no es ocioso repetirlo una vez más, engendra la energía, la materia, el espacio y el tiempo. La granada cósmica, al estallar, se expande llevando a rastras cada una de esas cuatro entidades, artificialmente secesionadas si consideramos la estructura unitaria y unificadora de la **physis** esencial, pero **naturales** si nos atenemos al aparato sensorial que nos rige y a la "lógica" que de él emana.

El movimiento, en griego **cinesis** —y de aquí la cinematúa, la parte de la mecánica que estudia el movimiento prescindiendo de la fuerza— se expresa en latín mediante la voz **moveo**, que significa separación de lo que estaba unido y quieto. Tema de los filósofos a partir de las reflexiones de **Aristóteles**<sup>68</sup> y preocupación de los científicos luego de los experimentos —e intuiciones— de Galileo<sup>69</sup>, o aún antes, si se considera la teoría medieval del **impetus**<sup>70</sup>, el movimiento, uno solo en su esencia, tiene múltiples manifestaciones y "calidades" según nuestros compartimentados, y por ende imperfectos, enfoques de la realidad.

El desplazamiento espacial, analizado por la mecánica clásica y la cuántica en sus distintas modalidades —circular, rectilíneo, oblicuo, uniforme, acelerado, etc.— está determinado por una cierta trayectoria del móvil así como por valores simultáneos y exactos para la coordenada y el impulso. Es decir, para que el desplazamiento en el espacio adquiera la calidad de movimiento debe intervenir el tiempo.

El movimiento **relativo** se refiere a las distancias que sucesivamente separan a un móvil de un sistema referencial que a su vez también es posible de desplazarse; el movimiento **absoluto** "pertenece" por entero al móvil en cuestión que, al recortarse sobre un fondo de reposo inmutable —el éter de los antiguos, concepto utilizado hasta la época de Poincaré— no admite las inversiones del movimiento relativo impuesto por el desplazamiento "en reversa" del sistema con el que se relaciona. De este modo la **cantidad de movimiento** de un cuerpo con masa **m** resulta del producto de dicha masa por la velocidad (**mv**).

**El desplazamiento espacial no se**

la química, en sus engranajes íntimos, no es más que un sector macroscópico de la física<sup>73</sup>.

Advienen luego otro escalón y otro "tipo" de movimiento, también tributario, no obstante las cesuras y censuras impuestas por el forcejeo entre las diversas "ciencias" y no por la realidad transobjetual, del movi-

agota con el desplazamiento mecánico característico de las magnitudes meso y macrocósmicas. Las partículas elementales que integran el átomo —hoy se reconocen unas 200, a fuerza de confundir "conductas" con entidades—, al no estar sometidas a las leyes que la mente humana atribuyó a la mecánica clásica, revelan un desfase entre las coordenadas y el impulso, tal cual lo pusiera de relieve Heisenberg<sup>71</sup>. Las "leyes" de la teoría cuántica se remiten a procesos ondulatorios (reales o aptos para "salvar las apariencias") mediante la

conocida fórmula  $\lambda = \frac{h}{mv}$ , donde

otra lógica y otra logística determinan, al parecer, las pautas del movimiento microcósmico<sup>72</sup>.

El paso del nivel atómico al molecular, o sea al dominio de la química, nos descubre los movimientos desencadenados por las interrelaciones que se establecen entre partículas subatómicas, átomos, moléculas, iones y radicales. Estas interacciones se traducen en la cinética de las reacciones químicas:

formas cualitativamente nuevas del movimiento, que comprende procesos tales como el calor, la modificación de estados agregados, la cristalización, el sonido y otros cambios en cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos<sup>74</sup>.

Luego están los movimientos que, más allá de la prevalencia gravitatoria o la velocidad de la luz, tienen lugar en dimensiones y condiciones para nosotros aún desconocidas en el plasma estelar, en los vórtices de los agujeros negros, en las pulsaciones magnéticas de las estrellas neutrónicas que se concentran en la gama de radiofrecuencias, etc.

dominante — pensemos en La Mettrie o d'Holbach en uno de sus extremos y en Ostwald en el otro—. En la actualidad la física ha borrado con el codo lo que la filosofía escribiera con la mano —y a veces con sangre—, dejando al descubierto que la oposición materia-energía ha surgido de la malversación de los nombres y no de la realidad de las cosas.

16. Veamos ahora las relaciones existentes entre los términos de la famosa y polémica pareja materia-energía, que los reduccionistas procuran resolver en una sola entidad pre-

En este sentido conviene evocar una página de Luis de Broglie que trasunta la profunda revolución operada en nuestro tiempo con respecto a la naturaleza de la materia y de la energía:

[...] la fusión final de los conceptos de luz y de materia en la unidad de esta proteiforme entidad constituida por la energía ha sido demostrada perfectamente por los progresos de la actual física desde el momento en que se descubrió que las partículas materiales son susceptibles de desaparecer dando así origen a una irradiación, a la vez que una irradiación puede condensarse en materia creando de tal modo nuevas partículas [...]. Toda esta secuencia de hechos demuestra palmariamente que la luz y la materia no son otra cosa que distintos aspectos de la energía, la que puede asumir sucesivamente una u otra de dichas apariencias. Pero lo que caracteriza la luz, dentro del conjunto de manifestaciones de la energía, es que constituye la más veloz, la más delicada y la más libre de inercia y de carga de todas aquellas manifestaciones. De tal modo, si extendemos el sentido de la palabra materia a todas las formas de energía podemos entonces afirmar tranquilamente que la forma más sutil de la materia es la luz ... ..  
... ..  
La luz se ha revelado como algo susceptible de condensarse en materia al tiempo que la materia es susceptible de evaporarse en luz. Dejando libre a nuestra imaginación podríamos suponer que en el origen de los tiempos, luego de algún divino **Fiat Lux**, la luz, la primera y única en el Universo, fue engendrando de a poco, mediante condensación progresiva, el cosmos material tal cual, gracias a ella, lo podemos apreciar hoy. Y quizá en algún futuro momento, cuando el tiempo llegue a su fin, el Universo, al reencontrar su pureza inicial, originaria, se disolverá de nuevo en luz<sup>75</sup>.

Estos últimos conceptos nos retrotraen a las concepciones de Grosseteste, aquel extraño genio medieval fundador de la escuela de Oxford, cuyo conocimiento debería ser obliga-

torio en los cursos de historia de la física<sup>76</sup>.

Las interrelaciones entre lo que hemos convenido en llamar materia y

energía —aquella una realidad discontinua, insular, y ésta un océano continuo, plenario, tal como se las concebía en el siglo XIX— constituyen hoy día las dos caras de una misma moneda cósmica.

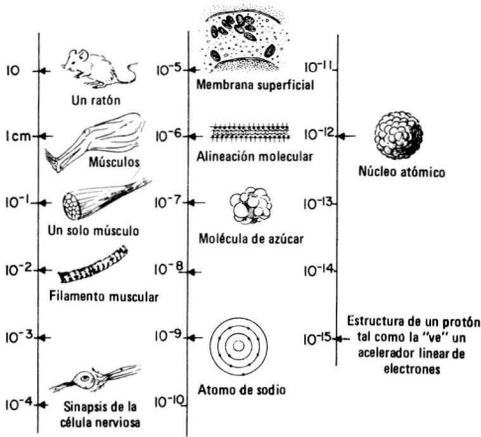


Fig. No. 12. Escala de magnitudes decrecientes a partir de los 10 cms. (el tamaño de un ratón) hasta los  $10^{-15}$  cms., la estructura de un protón "vista" por un acelerador lineal de partículas. (Según C. Grobstein, 1964).

Sea cual fuere la visión general de lo muy grande o de lo muy pequeño ofrecida por la ciencia en sus cambiantes teorías seculares nos encontramos hoy en el territorio de la física y no en el dominio de los escuadrones angélicos. En consecuencia, no preguntamos ya por cuántos ángeles pueden danzar en la cabeza de un alfiler —pregunta que se hicieron, muy seriamente, los pensadores medievales— sino por cuántos átomos caben en la misma; inclusive nos planteamos cuántas partículas subatómicas caben en ese pequeño volumen.

Sin embargo, sucede que la errada, por no decir aviesa, interpretación de la fenomenología cuántica <sup>77</sup> ha llevado a muchos físicos (que previa-

mente eran meta-físicos antimaterialistas) a "confirmar" por esa vía sus concepciones idealistas del mundo y de la vida: la materia **no existe**, la energía es la emanación y presencia dominadora del **Espíritu**, **nuestros sentidos sólo nos revelan epifenómenos que la mente, hija del Espíritu, restituye a su última —o primera— realidad inmaterial, etc.**

Retornan en estas afirmaciones aquellos denuestos de Plotino —la materia es el "no ser", el "primer mal", la "oscuridad" —que fueron revividos primeramente por la Patrística <sup>78</sup>, luego por un sector de la Escolástica y en forma muy especial por los gnósticos <sup>79</sup>, cuya persistencia trasciende la Edad Media y hoy pervive aún en sectores populares, o aún "doctos", del cristianismo.

Lo sintomático es que en su inmensa mayoría estos "idealistas" atacan al "materialismo ateo" en nombre del sagrado derecho a **sus** propiedades, al disfrute de **sus** antiguos privilegios, a la supervivencia de instituciones clasistas que favorecen **sus** intereses, o sea en defensa de un conjunto de bienes terrenales que nada tienen de espíritu y sí mucho de esa materia tan despreciada por la retórica y con tanta fruición acogida por la vida cotidiana. Se tergiversan así la belleza sustantiva de la rosa-materia y la condición cualitativa de la envidia-espíritu con tal de justificar con posturas sedicentemente filosóficas una lucha política por conservar la riqueza y el poder.

Retornando a la realidad física es conveniente —y, sobre todo, científico— caracterizarla al margen del espiritualismo y el materialismo —sin caer en el monismo <sup>80</sup>— y en tal sen-

**tido resultan pertinentes los siguientes conceptos:**

...la realidad física no es acto puro, pura determinación, pura forma, idea pura, según la concepción platonizante reasumida en la época moderna por el racionalismo mecanicista de Descartes. Es más bien una íntima fusión de acto y potencia: ser y devenir, permanencia y mutabilidad, determinación y determinabilidad, forma y materia, idea y concreción, necesidad y contingencia, unidad y pluralidad, sustancialidad y accidentalidad, naturaleza y acción, cantidad y cualidad, espacialidad y temporalidad. La realidad material no es intrínsecamente simple, puro ser o pura extensión, sino que está compuesta intrínsecamente de una serie de aspectos reales distintos entre sí, que mediante la compleja estructura física testimonian una no menos compleja estructura metafísica, como condición última de la inteligibilidad intrínseca de aquella en términos de ser y de no ser<sup>81</sup>.

Aunque ya no tiene su anterior virulencia la querrela entre materia y energía todavía no hemos develado la contradicción última del corpúsculo y la onda. La "teoría del campo unificado" —término que utilicé en el ideograma— es apenas una hipótesis donde la materia aparece como una pulsación discreta en el **continuum del cronotopo y la energía como una propiedad potencial de la materia en el espacio y en el tiempo**. Dicho esto de tal modo se simplifica mucho. Las explicaciones son más ricas y complejas; son, también, un almárico de dudas<sup>82</sup>.

**17. La realidad física a la mano, y no la cósmica —que se suponía "incorrupible y eterna" (Aristóte-**

**les)— fue objeto de tempranas reflexiones por parte de filósofos y pensadores.**

Por puro etnocentrismo helenizante u occidentalista nos remitimos a Leucipo y Demócrito, los atomistas griegos<sup>83</sup>, sin reparar que el atomismo (de **a-tomos**, sin cortes, o sea indivisible) nace en la India con las escuelas Vaiseishika y Nyaya<sup>84</sup>, las cuales sostenían que el mundo físico se puede reducir a los átomos inmutables e inmutables de los cuatro elementos —aire, tierra, agua y fuego— tal cual más tarde lo proclamara Empédocles el taumaturgo. De igual modo el jainismo, surgido en la India en el siglo VII a.J.C. sostenía que

los objetos materiales percibidos por los sentidos se componen de átomos. Los átomos... son indivisibles e indesintegrables, infinitamente pequeños, eternos y primarios, amorfos, increados e indestructibles. Las cosas materiales surgen de la combinación de átomos que se atraen recíprocamente. Los átomos no se diferencian cualitativamente; son homogéneos y sólo al combinarse de diversa forma dan origen a elementos distintos<sup>85</sup>.

Las ideas atomísticas de Demócrito, acogidas por Lucrecio en Roma<sup>86</sup>, hallan eco en los **minima naturalia** propuestos por unos inconfor-

mistas filósofos de la Edad Media europea hasta que en el siglo XVII Emmanuel Maignan (el átomo como un hecho) y Pierre Gassendi (el átomo

mo como una hipótesis) abren la senda por la que habrían de transitar los fundadores científicos de la teoría atómica: W. Higgins (1763-1825), J. Dalton (1766-1844), A. M. Ampere (1775-1836), A. Avogadro (1776-1856) y S. Cannizzaro (1826-1910). La "imagen" interior del átomo cobra figura

una esfera de electrización positiva y uniforme como las semillas dentro de una calabaza<sup>87</sup>.

Por la misma fecha (1903-1904) el japonés H. Nagoaka (1865-1950) supone la existencia de una masa positiva concentrada en un núcleo rodeado por anillos de electrones, semejantes a los del planeta Saturno<sup>88</sup>. Se trata del entonces llamado "modelo saturniano", de corta duración.

Luego surge el hasta hoy vigente —aunque con grandes modificaciones— modelo de E. Rutherford (1871-1937) quien imagina un átomo neutro donde, alrededor de un minúsculo núcleo positivo que concentra la totalidad de la carga gravitatoria, giran al estilo planetario los electrones negativos constituyendo así la "corona", llamada también "envoltura" y, utilizando un símil geográfico poco acertado, "corteza". Surge entonces el microcosmos del átomo como una réplica del sistema solar: el macrocosmos se introduce en el ámbito invisible de lo extremadamente pequeño y lo ordena a su imagen y semejanza. Pero ya no se trata de visiones directas sino de hipótesis que exigen arduas verificaciones de laboratorio —la cocina de estos nuevos alquimistas— ejemplificadas, entre otros, por los sacrificios del pobre E. Mardsen en los sótanos de la Universidad de Manchester<sup>89</sup>.

Como se sabe, el modelo de Rutherford era imperfecto. Los electro-

en el modelo de J. J. Thomson (1857-1939) quien, estudiando el átomo esférico de W. Thomson (1824-1907), luego consagrado como Lord Kelvin, lo concibe como una serie de partículas con carga negativa que describen órbitas circulares en

nes, tal como él los concebía, debían precipitarse sobre el núcleo en una cienmillonésima de segundo. En consecuencia aquel átomo inestable debía ser estabilizado y así es como surgen los ajustes de Niels Bohr (1885-1962), quien aprovecha los **cuanta** de M. Planck (1858-1947) y la serie de J. J. Balmer (1825-1898)<sup>90</sup>. Dichos ajustes, en resumen, son los siguientes:

- 1º Las únicas órbitas posibles para cada electrón son aquellas donde la trayectoria cumplida en cada giro orbital ( $2\pi r$ ) al multiplicarse por la cantidad de movimiento del electrón ( $mv$ ) equivale a un múltiplo  $n$  del **quanto** de acción  $h$  ( $2\pi r \cdot mv = nh$ );
- 2º En tanto que se mantengan girando en sus órbitas los electrones no reciben ni emiten radiación alguna y conservan el potencial energético;
- 3º Cuando el electrón "salta" de una órbita interior a una exterior recibe energía y emite radiaciones luminícas; cuando "salta" de una órbita exterior a una más cercana al núcleo pasa de una configuración de más energía a otra de menos energía y emite rayos X.

Este modelo fue nuevamente ajustado y en este sentido son fundamentales las aportaciones de A. Som-

merfeld (órbitas elípticas), de W. Pauli (principio de exclusión) y P. A. M. Dirac (los "agujeros" que se convierten en positrones). De todo este tratamiento surgen algunas características que pueden sintetizarse así:

1º Cada órbita electrónica está singularizada por la situación que ocupa a partir del núcleo según la serie de números enteros. Este es el número cuántico principal ( $n$ ). El radio de tales órbitas estacionarias varía de acuerdo con la secuencia  $n^2$ ;

2º La órbita estacionaria elíptica se distingue con un número cuántico azimutal 1;

3º Si el átomo atraviesa un campo magnético la orientación de la órbita con respecto a dicho campo responde al número magnético  $m$ ;

4º Mientras describe su órbita el electrón gira sobre sí mismo, ya a la izquierda (**sinistrorsum**), ya a la derecha (**dextrorsum**), y tal fenómeno se considera en el número cuántico **spin**(s).

La concepción corpuscular, discontinua, de la materia, tal cual se representa en los modelos pedagógicos usados por los colegios y universidades —pequeñas pelotas de diversos colores separadas por dilatados espacios— fue complicándose y diversificándose. El átomo, conceptuado a principios del siglo como el último e indivisible fragmento de la realidad física, del cual se necesitaban alrededor de 10 millones alineados los unos junto a los otros para ocupar un milímetro, es ahora el escenario, o mejor, el receptáculo, de un complicadísimo sistema de partículas elementales o subatómicas.

No conformes con haber descubierto en el electrón rotaciones sobre su eje (**spin**) y establecido la "forma" elíptica de sus órbitas en derredor del núcleo, los físicos atómicos, atentos a sus experimentos de laboratorio, atribuyen a cada singularidad registrada, a cada "conducta" atípica, la existencia de un nuevo habitante corpuscular dentro de la ya compleja intimidad de la esfera atómica. De tal modo, en nuestros días el inventario de los subcorpúsculos es riquísimo y, a la luz de la "simplicidad" que la ciencia procura establecer en el subsuelo de lo real, desconcertante.

(Fig. 13)

En efecto, dentro del átomo, cuyo nombre resulta paradójico, junto con los fotones, de los cuales —por ahora— existe un solo tipo, se identifican verdaderas familias, compuestas por múltiples especímenes. Los **bariones** comprenden a los **nucleones** (el protón y el neutrón) y a los **hiperones** (partículas delta, lambda, sigma, xi, omega y lambda "encantada"). Los **leptones** tienen como representantes al electrón, al muón, a la partícula tau y a los tres neutrinos correlativos. Los **mesones** abarcan el siguiente registro: pión, kaón, partículas eta, phi y psi, amén los mesones "encantados".

Por otra parte las partículas poseen cargas eléctricas positiva, negativa o neutra y al reflejarse en el espejo de la antimateria son dobladas por sus respectivas antipartículas. No se detiene aquí el furor taxonómico: a las tribus, clanes y familias de subpartículas se les confiere números, notas, cualidades, tonos, finísimos matices. De tal modo un determinado protón puede tener las siguientes etiquetas: masa 939 MeV, **spin** +  $\frac{1}{2}$ ,

	Mass Strangeness (electron units) No.		Particles Electric Charge			Antiparticles Electric Charge			Strangeness No.
		No.	Negative	Neutral	Positive	Negative	Neutral	Positive	
Hyperons (Y particles)	2586	-2	$\Xi^-$ $\Xi^-$	$\Xi^0$ $\Xi^0$		$\Xi^0$ $\Xi^0$	$\Xi^+$ $\Xi^+$		+2
	2335	-1	$\Sigma^-$ $\Sigma^-$	$\Sigma^0$ $\Sigma^0$	$\Sigma^+$ $\Sigma^+$	$\Sigma^-$ $\Sigma^-$	$\Sigma^0$ $\Sigma^0$	$\Sigma^+$ $\Sigma^+$	+1
	2185	-1		$\Lambda^0$ $\Lambda^0$			$\Lambda^0$ $\Lambda^0$		+1
Nucleons	1837	0		NEUTRON $n$	PROTON $p^+$	ANTI-PROTON $p^-$	ANTI-NEUTRON $\bar{n}$		0
Mesons	966 K (heavy mesons)	+1		$K^0$ $K^0$	$K^+$ $K^+$	$K^-$ $K^-$	$K^0$ $K^0$		-1
			270	0	$\pi^-$ $\pi^-$		$\pi^0$ $\pi^0$		$\pi^+$ $\pi^+$
	207		$\mu^-$ $\mu^-$					$\mu^+$ $\mu^+$	
Leptons	1		ELECTRON $e^-$					POSITRON $e^+$	
	0			NEUTRINO $\nu$			ANTI-NEUTRINO $\bar{\nu}$		
	0								
	0				PHOTON $\gamma$				

Fig. No. 13. El "espejo" simétrico de los componentes subatómicos —partículas y anti-partículas— tal cual se concebía antes de la hipótesis simplificadora de los quarks. (Según M.R. Wehr y J.A. Richards, 1966).

carga eléctrica + 1, nº bariónico + 1, nº leptónico 0, **isopin** + 1, paridad + 1, extrañeza 0.

Tal cual van las cosas seguirá complicándose este embrollo hasta que un esfuerzo simplificador, tal vez proveniente del campo de los **quarks** 91, descubra que la multiplicidad de partículas es una especie de caleidoscopio basado en el juego de unos pocos componentes básicos —**quarks** estables, medios y pesados—, siempre que dichos “últimos” y por fin indivisibles entes constituyan masas sustantivas en vez de ser productos de un modelo matemático eficaz.

La alternativa posible es el advenimiento de otro Mendeleiev que organice una nueva tabla periódica subatómica a los efectos de disciplinar este microcosmos donde el tiempo y

el espacio, manejados por otro tipo de causalidad que la mesocósmica, han dado lugar a peligrosas extrapolaciones metafísicas y sociales. La indeterminación de Heisenberg, por ejemplo, ha sido proyectada al dominio de las relaciones humanas, con absoluto desconocimiento de los nuevos factores que transforman lo inorgánico en biológico y lo biológico en sociocultural. A veces los “fantasmas de lo nuevo” (Bradbury) son más terribles que los fantasmas de lo antiguo.

18. La discontinuidad interna del átomo, que se resuelve en partículas discretas dentro del mismo, traduce una concepción o, por lo menos, una versión corpúsculo-material del Universo. La versión energética proviene del campo ondulatorio pero va más allá, sin duda, de la simple oposición entre materia y energía:

Un “corpúsculo”, en el sentido tradicional que se le otorga al término, constituye un objeto estrictamente delimitado y completamente aislado, o separado, del medio que le rodea y en el cual se desplaza [...]

Contrariamente, una onda es la “deformación” de un medio continuo y prácticamente infinito. Es como una ola del océano. Si procuráramos establecer sus límites geométricos no lo lograríamos. La materia, en su calidad de onda, sólo puede constituir una deformación en el medio continuo que ocupa el espacio: el espacio mismo, pues, es dicho medio. Si nos referimos a la onda no hay más que **una sola** entidad: el medio, cuyas deformaciones son objeto de estudio; si nos referimos al corpúsculo, existen **dos** entidades separadas entre sí: por un lado el corpúsculo y por otro el medio que lo rodea 92.

La antinomia corpúsculo-onda se ha resuelto, según una opinión corriente —que puede llegar a ser filosófica pero que, estrictamente considerada, no puede llamarse científica— en la teoría del “campo unificado”. Corpúsculo y onda serían, de tal modo complementarios.

Subyace aquí una doble discusión, para no hablar de una doble con-

fusión, ya que en este terreno se desencadena con todo su vigor el “nominalismo” de la **ratio** humana. Por un lado está la pugna entre el determinismo clásico (llamémosle newtoniano, si nos place), el probabilismo refrendado por el cálculo matricial (Born, Jordan, Heisenberg) y el neo-determinismo que se fundamenta en el cálculo tensorial (Riemann, Einstein). Por otro lado están los esfuer-

zos para explicar la dialéctica onda-corpúsculo. Ante el indeterminismo de los estocásticos (**stokhastés** en griego significa adivino, a mitad de camino entre el augurio y la **poiesis**) que decían —y dicen— ignorar lo que a ciencia cierta es el electrón, o sea la materia sin más ni más, hubo una serie de físicos que intentaron, con fortuna varia, ofrecer contestaciones "objetivas".

Schrodinger (1926-1927) dijo que el electrón es una onda que al ser observada se "corpúsculariza"; el primer de Broglie (1927), que la onda es el producto de un corpúsculo vibrátil; el segundo de Broglie (1953), Vigier y Bohm, que el corpúsculo es el producto de una deformación no lineal de la onda la cual, violentamente constreñida, se "coagula" en aquél; Charron (1966), que el espacio, poseedor uterino de todas las informaciones, "disuelve" o hace "nacer" el electrón-corpúsculo en los puntos donde se deforma con rapidez <sup>93</sup>.

Ambas discusiones son de la mayor trascendencia pues están en la base misma de lo real como totalidad. Con otros nombres y en otras instancias aparecen en los dominios de la biología, de la sociología, de la antropología, es decir, en las visiones parciales que proporcionan las distintas ciencias —las naturales y las humanas— del **continuum** que, en cuanto **holon** y no **pan** <sup>94</sup>, es el modelo transdisciplinario por excelencia.

He imaginado una representación (Fig. 8) de estas entidades fundamentales (materia, energía, espacio, tiempo), hijas todas del Movimiento, en la forma de un huso que se une en sus extremos. Lo microcósmico y lo macrocósmico, que van juntos, con-

funden en las fuentes originarias del Movimiento (y por ende la Realidad) las entidades básicas. Los fotones, los neutrinos, los positrones, los electrones, etc. que revolotean en el plasma galáctico, según las inferencias que desde las temperaturas y los "estados" de la materia y la energía hacemos desde nuestra geosfera, dialogan, a pesar de su extrema pequeñez, con la extrema complejidad y grandeza de los cuerpos y distancias del cosmos. Sólo en lo que los hombres llamamos dimensión mesocósmica dichas entidades básicas se individualizan y separan al refractar en el prisma de nuestros sentidos según las distintas culturas <sup>95</sup> o las edades de las personas <sup>96</sup>.

19. El cosmos es el gran almacén de la materia y la fábrica original de la energía. Nosotros definimos como materia a todo lo que posee masa y ocupa un lugar en el espacio; del mismo modo llamamos energía a la fuerza que, sin poseer masa ni peso, tiene efectos sobre la materia. Esta energía se considera potencial si se halla almacenada e inactiva, y cinética si se pone en acción.

Energía deriva del griego **energeia** (de **energes** o **energos**, lo que realiza un trabajo, **ergon**, y es, en suma, eficaz). En consecuencia, sin indagar por la raíz de las cotidianas tautologías, decimos que la energía es la capacidad o aptitud para generar trabajo. La expresión  $T = f \cdot e$  significa entonces que el trabajo es igual a una fuerza **f** y el camino recorrido por la misma, **e**. Se debe a J. V. Poncelet (1788-1876) la denominación de "trabajo" a la aludida magnitud física. Si ese cuerpo genera trabajo mecánico se dice entonces que tiene **energía**, como lo establecieron los bri-

tánicos Th. Young (1773-1829) y W. J. Rankine (1820-1872). Pero la energía potencial y la energía cinética, o la de posición y movimiento, como lo propusiera Leibniz en 1686, forman una constante con su suma, y dicha constante no es otra que "el principio de conservación de la energía" (Poincaré). El principio de la conservación de la energía fue intuido por S. Carnot (1796-1832), enunciado imperfectamente por J. R. Mayer (1814-1878), más médico que físico, y clarificado por J. P. Joule (1818-1889) y H. Helmholtz (1821-1894). Este principio dejó en claro que una energía aumenta cuando otra energía decrece y esta "equivalencia" hace entrar, de la mano de la energía mecánica, al calor. Pero aparece también otro concepto, alrededor del cual se estructura la Primera Ley de la Termodinámica: la energía no puede ser creada ni destruida; sólo se transforma.

La Segunda Ley de la Termodinámica, que entraña también toda una filosofía, al punto que hay concepciones conservacionistas y concepciones degradatorias del mundo y de la vida, indica hacia dónde va la "flecha del tiempo" (Eddington), cuál es la dirección de la transformación natural de la energía.

Ha sido descubierta una ley de la Naturaleza, la cual permite deducir con toda certeza que el curso del Universo no es circular sino que su estado cambia siempre en una misma dirección y de este modo tiende a un estado límite.

La Primera Ley nos consuela diciendo que en ese fatal momento la energía total del Universo será la misma, pero la Segunda Ley nos desalienta definitivamente al asegurarnos que la energía aprovechable será inexistente.

El calor no puede remontar la corriente que va desde lo caliente a lo frío. Así lo entendió en 1850 R. Clausius (1822-1888) quien en su famoso axioma dijo: "El calor no es capaz de pasar, **por sí mismo**, de un cuerpo más frío a otro más caliente". Para pasar necesita un mecanismo que compense esa reversa, que realice en definitiva un trabajo.

Ha hecho su aparición el concepto de entropía, introducido por el propio Clausius (1854). La entropía es la vuelta **hacia adentro** de la energía; es una energía incapaz de transformarse; es, en sumo, un desecho, un desvalor. De este modo la Segunda Ley de la Termodinámica puede expresarse en términos de entropía: "En un sistema de cuerpos aislados la entropía se mantiene constante o aumenta de valor, pero nunca tiende a disminuir". Clausius mira entonces con este lente al Universo y hacia 1865 lo sentencia a muerte, de un modo elusivo y elegante, pero no por ello menos implacable: "La energía total del Universo es constante. La entropía del Universo tiende a un valor máximo". Es decir, la cantidad se mantiene pero la calidad de la energía decae. La muerte térmica del Universo, ya decretada, es enunciada así por Clausius en 1867:

Hoy ya no hay tanto pesimismo. Parece que existen recicladores en el cosmos: los agujeros negros en el anverso, como succionadores de energía degradada y los agujeros blancos, en el reverso, como fabricantes de energía nueva, son, como ya indica-

mos, firmes candidatos para esa función.

El catálogo de las energías es grande y diverso: hay energías mecánicas, químicas, lumínicas, sonoras, gravitatorias, eléctricas, magnéticas, nucleares, radiantes, de enlace, de fisión, elásticas, de formación, de masa, térmicas, y, de acuerdo con su "posición" con respecto a nuestro escenario, aparecen como fuertes o débiles, como próximas o remotas. La energía persevera luego en los dominios biológico, antrópico y tecnológico, pero no hay que perder de vis-

ta que un **solo y único** motor cósmico es el que pone en marcha las distintas "máquinas" energéticas. Existe el generalizado error de tratar al cosmos como un distante laboratorio energético, donde sólo existen remotos campos gravitatorios y radiaciones cósmicas que poco o nada nos atañen. La univocidad de la energía no implica, por otra parte, la uniforme intensidad de la misma. De los desequilibrios y flujos energéticos surge "la naturaleza de las cosas" y en estas cosas se advierte una especie de gradiente, tal como lo anota Lupasco:

Hablando con más precisión, se distinguen cuatro tipos de unión por energía decreciente, esto es, por antagonismo decreciente consecutivo a la debilitación de las energías: interacción o antagonismo energético nuclear, que es la más poderosa de todas; interacción electrostática, mucho menos fuerte; interacción radioactiva, más débil; e interacción gravitacional, la más débil de todas. Esta última tiene como ineludible pareja, y en oposición a la misma, la atracción de la gravedad, una constante cósmica de repulsión que, a la postre, Einstein se vio obligado a introducir en su cosmogonía relativista.

Es por medio de tales fuerzas, de tales interacciones, de tales antagonismos energéticos la forma como se elabora toda la materia cósmica en sus sistemas y múltiples estructuras, desde el núcleo atómico hasta las estrellas, los planetas, las galaxias y las galaxias de galaxias<sup>97</sup>.

Contrariamente a lo que sucede con otros modelos y sus marcos teóricos, que parten de lo antrópico y antrópico, o por lo menos de lo biológico, en éste se dan los pasos iniciales a partir de lo cósmico. Los grandes procesos de la evolución, de la información, de la organización, del flujo energético, del reciclaje de la materia, de la entropía y la diectropía,

sólo son comprensibles si se bebe de la fuente cósmica. Los ecólogos no van más allá del Sol y, con base en sus radiaciones y la "economía de la naturaleza", que así Haeckel definió a la ecología, construyen las cadenas tróficas significativas. Es necesario asomarse al Universo, presente en cada uno de nosotros, para encontrar las claves de la realidad.

El cosmos, el universo, puede ser calificado con plena razón como un laboratorio natural gigantesco e infinitamente variado. Allí encontramos estados tales de sustancia y formas de movimiento que por ahora no podemos reproducir ni investigar en los laboratorios terrestres. Enormes presiones, colosales temperaturas, procesos acompañados por el flujo de gigan-

tescas cantidades de energía, el vacío absoluto, poderosos campos magnéticos, partículas elementales con temperaturas superelevadas: he aquí una incompleta enumeración de las condiciones y fenómenos que pueden encontrarse en el universo<sup>98</sup>.

Pero no debemos olvidar que el minúsculo tercer planeta del insignificante sistema solar es también un fragmento del universo. Si bien la concentración de elementos atípicos —esto es, los pesados— diferencian a la Tierra del común de las estrellas, es de suponer que en los otros planetas del megasistema cósmico se repitan estas condiciones.

El cosmos llega hasta nosotros viajando con la velocidad de la luz en las llamadas partículas sin masa (fotones, gravitones y neutrinos) y los rayos cósmicos, dotados de masa. Acerca de esta ducha cósmica, cuya influencia en las formas vivientes recién se está descubriendo, es conveniente ofrecer algunas anotaciones, dado que poco o nada se la considera por parte de los biólogos, ecólogos y genetistas.

20. En cuanto a las partículas sin masa y sin carga eléctrica, el fotón (llamado así por H. H. Compton en 1923), el gravitón y el neutrino, las investigaciones nos revelan día a día su creciente importancia. Sobre los fotones ya se ha trabajado bastante; los neutrinos bombardean la Tierra tan profusamente que cada segundo un centímetro cuadrado del diámetro terrestre (12.742.440 kms.) es atravesado por una incontenible corriente de  $10^{10}$  neutrinos a 300.000 kms. de velocidad; los gravitones, cuya existencia es teórica, son los responsables de la formación de los campos gravitatorios. En cuanto a los rayos cósmicos, detectados en 1903 por Rutherford y denominados así en 1925

por R. A. Millikan (1968-1953), se sabe que se trata de partículas con carga positiva que chocan contra los átomos de la atmósfera superior y los ionizan al desplazar sus electrones. Dichas partículas, que vienen desde las estrellas y no del Sol —pues su ritmo nocturno, diurno y anual no varía— son predominantemente protones (entre un 70 y un 90%), seguidos por partículas alfa —o sea una asociación de dos protones y dos neutrones— y una pequeña proporción de ondas electromagnéticas. (Fig. 14)

Al llegar a la atmósfera los rayos cósmicos "primarios" embisten a los átomos de los gases rarificados, les arrancan electrones, llegan aún a desintegrar sus núcleos y provocan lo que se denomina la "radiación secundaria". Si se envía un contador Geiger en un cohete se advierte que la radiación primaria pura se da más allá de los 50 kms. de altura y que a los 20 kms. las radiaciones primarias y secundarias forman una verdadera y espesa lluvia. Los átomos constitutivos de nuestros organismos, olvidados, a menudo por los biólogos que solo están pendientes de la vida celular, soportan el impacto continuo de esa lluvia, medida en milioroentgens. Y dichos átomos luego influyen en la doble hélice informativa del ADN en los animales y las plantas, al punto que toda una rama de la genética —la escuela de Zurich— está interesada en los cambios hereditarios, incluyendo las mutaciones, condicionados si no provocados por el efecto de la radiación cósmica<sup>99</sup>.



fera. Su amplitud, que para muchos puede parecer desmesurada, se justifica por el sentido que hemos concedido al marco teórico. La vida y el hombre, las tecnologías y las culturas tienen, quiérase o no, una fuente cósmica inicial. Las entidades básicas, la dialéctica del movimiento, los ritmos de la evolución, los procesos organizativos y los desorganizativos, etc. no son privilegio de la biosfera o la antroposfera sino una constante en el **continuum** que va desde las galaxias a los símbolos.

21. La helioplanetosfera, cuyo retorcido nombre se debe a la necesidad de concordancia taxonómica con las demás "esferas", no es otra cosa que el sistema solar. Así como la galaxia materna es una especie de "país" en el Universo, el sistema solar es la "comarca" donde habita la Tierra. Y dentro del sistema solar lo que nos atañe de modo fundamental es la doble presencia del Sol, el gran dispensador de energía y vida, y de la Luna, nuestro satélite natural.

El sistema solar está en los dominios de la mesosfera. Para expresar las distancias que nos separan del Sol y los otros planetas hermanos que se mueven a su alrededor trazando órbitas elípticas no necesitamos recurrir a los años luz ( $9.461 \times 10^{12}$  kmts.) ni a los Parsec (el paralaje por segundo, que equivale a 3,26 años luz) sino a las U.A., o sea las unidades astronómicas surgidas de la distancia media entre la Tierra y el Sol (150 millones de kmts.).

Como se sabe el sistema planetario, cuyos caracteres, relativamente bien conocidos, pueden precisarse en los textos de astronomía<sup>100</sup>, está integrado por nueve planetas, por los

satélites de los mismos, por asteroides, cometas, meteoros y gases. Todos ellos forman el séquito del Sol, la estrella local que los ilumina y ordena según las leyes establecidas en su tiempo por Kepler y Newton. Sobre los distintos aspectos de nuestro sistema solar, mes tras mes mejor estudiado gracias a los grandes telescopios y a las naves interplanetarias que lo fotografían y enfocan con sensores remotos, no podemos abundar en este momento. Baste con indicar que libros amenos como el de Sagan<sup>101</sup> o el completo tratado en cinco tomos de Middlehurst y Kuiper<sup>102</sup> ofrecen las informaciones necesarias para advertir que si es mucho lo que se sabe es mucho también lo que se ignora acerca de los aspectos puntuales de los astros que integran el sistema solar, así como de los orígenes y desarrollo del sistema en cuanto tal.

Desde el punto de vista del modelo la helioplanetosfera tiene interés en los aspectos concernientes al Sol y a la Luna, los dos astros más significativos para la vida de la biosfera y la antroposfera que han colonizado la superficie del planeta Tierra.

22. El Sol es una estrella normal dentro de la Galaxia. Comparado con los cien mil millones de estrellas hermanas de nuestro Universo -Isla revela características medianas: ni muy joven ni muy viejo, ni muy luminoso ni muy tenue, ni muy grande ni muy pequeño.

Si le atribuimos el valor de 1 a la luminosidad solar, comprobaremos que las estrellas de sus alrededores son más o menos del mismo tipo. No obstante, dentro de la Galaxia hay otras mucho más luminosas, ya en sí, ya en cuanto su magnitud absoluta.

Por ejemplo, Sirio registra una luminosidad de 25, Aldebarán de 190, Antares de 13.000 y Deneb de 25.000.

El Sol tiene 1.300.000 el tamaño de la Tierra pero su masa es sólo 333.420 mayor. La densidad de 1,4 es apenas un poco mayor que la del agua. Pero lo que importa de este Sol, padre de la vida y poderosa divinidad en múltiples religiones, es su capacidad energética.

El Sol es un gigantesco reactor atómico cuya edad alcanza a los 10 evos (10.000 millones de años) según los cálculos más amplios y cuya capacidad de irradiar energía en idénticas condiciones que las actuales se prolongará por un lapso semejante. Su composición revela la existencia de un 81,76% de hidrógeno, 18,17% de helio y 0,07% de otros elementos. Cada segundo pierde 4.600.000 toneladas de masa al convertir 564.000.000 toneladas de hidrógeno en 560.000.000 toneladas de helio. Ello equivale a una energía irradiada de  $4 \cdot 10^{33}$  erg/s, o sea más de  $10^{23}$  K. W. Acerca de estos mecanismos y la composición del Sol, que posee sus propias esferas (fotosfera, cromosfera, corona, etc.), existen muy completas investigaciones que nos dispensan de detalles procesales, ya que lo importante en este caso es la capacidad energética del mismo y su influencia en la Tierra. Debe retenerse empero el dato de las temperaturas existentes en el Sol: en su interior se calculan entre 15 y 21 millones °C. y en su superficie alrededor de 6.000°C. La Tierra recibe la mil millonésima parte de la energía total radiada por el Sol.

En cuanto a la Luna, nuestro satélite, interesan algunos datos fundamentales. Situada a una distancia me-

dia de 384,321 kmts., tiene un radio de 1.750 kmts., lo que significa que es cuarenta y nueve veces menor que la Tierra. Su masa, comparada con la de nuestro planeta, es de 1/81,31 y con respecto al agua la densidad es de 3,34.

Estos datos, y los que se puedan agregar acerca de la naturaleza y movimientos del Sol y de la Luna, así como los de los demás cuerpos celestes que integran los enjambres gravitacionales de la helioplanetosfera, sólo tienen valor en cuanto se les considere como trasuntos de un sistema complejo, no del todo conocido aún, cuya influencia en la Tierra, nuestro hogar espacial, es permanente y fundamental.

A esta altura del discurso resulta conveniente considerar los aspectos básicos de la Tierra, denominada geosfera en el modelo, para analizar, en la fase puramente física, inorgánica, las vinculaciones con el Sol y la Luna, y recorrer luego el camino que conduce a la fase orgánica primero y a la organizada o viviente después.

23. Hay dos modos de acercarnos a la **quidditas** de nuestro planeta. Uno de ellos es a través de los mitos, de las etimologías, de las resonancias alegóricas que expresan el sentimiento reverencial de las generaciones humanas hacia su madre. Las diosas **Gaia** en Grecia y **Telus** en Roma revelan, al margen de las fatigosas genealogías, la intensidad simbólica de una protohistoria llena de sabias intuiciones. La lectura actual de los viejos mitos sigue siendo un apasionante ejercicio cuyas enseñanzas no pueden desdeñarse en nombre de una ciencia que solo explora un hemisferio de la realidad 103.

El otro modo es el científico propiamente dicho. En nuestros días la geofísica, la geodesia, la geología, la geografía y demás ciencias de la Tierra, cuya bibliografía es por demás abundante<sup>104</sup>, han acumulado una enorme suma de conocimientos que crece año tras año. No podemos siquiera hacer un resumen presuroso de los mismos. Sólo cabe una especie de prontuario de nuestro planeta que, muy brevemente, defina las características principales de su naturaleza terráquea. Este término, que une en una sola voz a la tierra y al agua, es el que con mayor corrección define la naturaleza de la superficie planetaria.

En la superficie de la Tierra el área líquida predomina sobre la sólida. Vista desde una nave espacial la Tierra resplandece como una esfera azul dotada de un brillante casco de agua con oscuras incrustaciones de suelo firme. Un corte geológico revela, en cambio, que la corteza exterior es una encrucijada de interfases gaseosas, líquidas y sólidas que sólo pueden ser posibles en virtud de las leyes gravitatorias.

La geosfera que a nosotros nos interesa es la actual. La historia de su formación tiene, por cierto, gran importancia, y son muchas las hipótesis emitidas para reconstruirla. Un origen ígneo o un origen frío, como hoy se admite, un origen unitario o un origen binario, un origen evolutivo o un origen catastrófico, etc., representan algunas de las alternativas que manejan los astrónomos y geofísicos a partir de Kant y de Laplace<sup>105</sup> cuyo desarrollo, por razones obvias, es imposible reproducir. De todos modos resulta necesario remitirse a esas hipótesis pues cuando, por ejemplo, se

plantea la presencia de los materiales pesados, en particular los metálicos, tanto en la Tierra como en los otros planetas, hay que recurrir a explicaciones genéticas ineludibles. Lo mismo sucede con la radioactividad, la retención de algunos elementos volátiles y la pérdida de otros.

La Tierra debe sus características a factores exógenos y endógenos que la vinculan con las modalidades generales del sistema solar y los cuerpos cósmicos.

Entre esas características generales está la de su traslación en **derredor del Sol de acuerdo con las tres leyes fundamentales establecidas por Kepler y perfeccionadas por Newton**. En efecto, el Sol ocupa un foco de la elipse formada por la revolución de la Tierra en su derredor.

Ello determina que durante el afelio la distancia de la Tierra al Sol sea de 152 millones de kilómetros y durante el perihelio de 147. La distancia media resultante, casi 150 millones, permite que las radiaciones solares no sean tan ardientes como en Mercurio ni tan insignificantes como en Plutón que, a casi 6.000 millones de kilómetros, recibe 1.600 veces menos calor que la Tierra.

La Tierra describe un recorrido de 930 millones de kilómetros en derredor del Sol durante el año a una velocidad media de 29,77 kmts./s. Durante ese largo viaje la inclinación de su eje con respecto al plano de la eclíptica (donde se producen los eclipses y de ahí su nombre) es de 66°31' 22". A lo largo de 40.000 años dicha inclinación varía de los 65°24' a los 68°02'. Finalmente la Tierra rota sobre sí misma en el sentido de las

agujas de un reloj, según las determinaciones del día sidéreo, en 23h, 56' y 4".

La combinación de los movimientos de traslación y rotación de un planeta cuyo eje posee la referida inclinación sobre el plano de la eclíptica genera el día y la noche, las estaciones y el carácter zonal de los fenómenos climáticos y de la circulación de la atmósfera desde las zonas de altas presiones hasta la "chimenea ecuatorial".

La Tierra tiene un volumen de  $1.083 \times 10^9$  km<sup>3</sup> y una masa de  $5.976 \times 10^{18}$  toneladas con una densidad media de 5,52 g/cm<sup>3</sup>. De acuerdo con las leyes de la gravedad, los diferentes materiales constitutivos se disponen en esferas concéntricas desde un núcleo pesado  $-13,5 \text{ g/cm}^3-$ , presumiblemente de hierro y níquel (denominado Nife) hasta las más rarefaccionadas capas de la exosfera.

Las dimensiones de la Tierra se calculan a partir de un radio medio

de 6.371,220 km<sup>2</sup> que se reduce de 4 a 5 cm<sup>2</sup> por siglo: 510,1 millones de km<sup>2</sup> de superficie y una circunferencia ecuatorial de 40.076 km.

A 60 radios terrestres se halla la Luna, nuestro satélite, que se aleja 1,5 mts. cada siglo. La Luna produce mareas en las masas oceánicas; dichas mareas frenan el movimiento de rotación de la Tierra, el cual aminora 1" cada 40-55 mil años. La Luna influye también en los ciclos biológicos: la menstruación femenina está vinculada con el mes lunar o sinódico de 29 días y medio, y la empiria aldeana pauta su calendario de siembras y cosechas de acuerdo con las fases de la Luna.

Todos estos aspectos están interrelacionados. La gravedad y la rotación así como la masa, interactuando entre ellas, provocan el dinamismo de los fenómenos que han hecho considerar a la Tierra como un ser viviente<sup>106</sup> desde hace muchos siglos atrás.

Con la masa del planeta en rotación están relacionadas también la comprensibilidad gravitacional de la sustancia interna y la formación de pliegues en la superficie. La comprensibilidad (la contracción) produce el calentamiento de sus entrañas, la fusión, la convección y la diferenciación del magma, la dilatación de las capas subcorticales, el agrietamiento de la corteza terrestre en los lugares débiles, la erupción del magma sobre la superficie despidiendo calor, vapores de agua y gases. Luego, del magma derramado se forman los basaltos; de los vapores de agua la hidrosfera y de los gases, la atmósfera. La pérdida de energía terrestre (de calor) conduce a un posterior enfriamiento, a una nueva fase de contracción y a la formación de pliegues, etc. El carácter cíclico es el rasgo más típico del desarrollo de nuestro planeta, condicionado por su masa, forma, situación y movimiento en el Sistema Solar<sup>107</sup>.

En realidad, no es posible comprender la dinámica interna y externa de nuestro planeta al margen del gran

sistema cósmico. Por ello he insistido en los caracteres y funciones de la hidrosfera donde, en íntima y sucesiva

generación, surgieron la helioplanetosfera y la geosfera, tal cual se esquematiza en este modelo-objeto.

24. La geosfera tiene en su interior un núcleo metálico de 3.470 kilómetros de radio rodeado por distintos mantos tal cual lo indican las discontinuidades surgidas de la conducta de las ondas sísmicas. Este método indirecto pero muy exacto ha permitido establecer una imagen aproximada del interior de la Tierra. Dicha imagen nos ofrece el corte de un fruto gigantesco: un carozo de níquel, hierro y cromo a muy altas temperaturas (¿5.000°?) y de naturaleza plástica, en cuyo centro existen presiones de 3,5 megabares, o sea 3,5 millones de atmósferas; una barisfera (llamada también endosfera y astenosfera) formada por los mantos del núcleo, de peso decreciente a medida que se asciende a la superficie; y, finalmente, una litosfera que, a modo de corteza del fruto geológico, extiende una homogénea capa de rocas pesadas (sima) sobre las cuales "flotan" las balsas graníticas (sial) que conforman las placas continentales 108.

Las rocas superficiales son ácidas, de naturaleza aluminosilicálica (de allí su denominación: **si**, sílice, y **al**, aluminio) y baja densidad, que va de 2,0 a 3,3. Las rocas profundas son básicas, integradas fundamentalmente por sílice y magnesio (**si + ma**; adviértase que magnesio en la nomenclatura de los elementos tiene el símbolo Mg) y su densidad es mucho mayor (de 4,0 a 4,5). (Fig. 15)

Se ha calculado que la litosfera, desde la superficie donde se conjugan el aire, el agua y el suelo hasta el comienzo del manto olivinoperidotítico, separado por la discontinui-

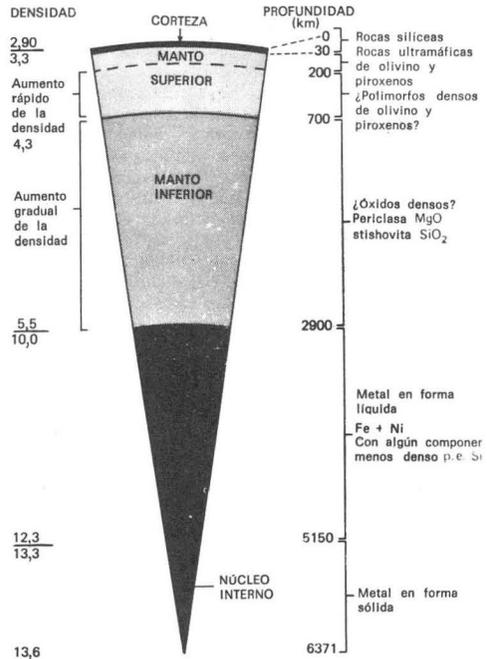


Fig. No. 15. Corte esquemático de la probable disposición de las geosferas internas (endosfera, barisfera, astenosfera, etc.) de la Tierra según los datos proporcionados por la conducta de las ondas sísmicas y la interpretación de su registro en los sísmógrafos. (Según I.G. Gass; P.J. Smith y R.C. Wilson, 1970).

dad de Mohorovicic, tiene una masa de 295 X 10<sup>15</sup> toneladas. En los continentes su profundidad alcanza, promedio, unos 40 kms.: 3 a 4 de sedimentos superficiales, 18 de granitos y rocas metamórficas y 18 de basaltos profundos. El fondo del Atlántico revela una leve capa de sial; en el Pacífico sólo hay sima.

Por ser un capítulo privativo de la geología no podemos extendernos ahora sobre los fenómenos de isostasia, a tener en cuenta en los dispositivos tecnógenos como son los em-

balses, ni sobre el apasionante "reflotamiento" de la hipótesis de Wegener practicado por la tectónica de placas<sup>109</sup>. Hay, sin embargo, una serie de datos acerca de la litosfera que importan, en particular si se les agregan los de la hidrosfera.

Como se había ya indicado, la superficie total de nuestro geoide, un cuerpo achatado en más de un sentido, alcanza los 510.100.000 kms.<sup>2</sup>. Las aguas superficiales (océanos, mares, lagos, etc.) cubren 361,2 millones de kms.<sup>2</sup> y las tierras emergidas hoy —que en el pasado y en el futuro experimentaron y experimentarán transgresiones y regresiones marinas— llegan a 148,9 millones de kms.<sup>2</sup>. Pero estas cifras dicen muy poco si se las considera de modo estático. Hay que entrelazarlas dinámicamente, para que comiencen a tener sentido en la programación de la Naturaleza.

La superficie de las tierras emergidas, según su altura sobre el nivel del mar, se distribuye así: llanuras (57%), montañas y mesetas (43%). Por su parte las aguas en la hidrosfera tienen un volumen de 1.600 millones de kms.<sup>3</sup>, en la litosfera de 840 millones de kms.<sup>3</sup> y en la endosfera, según los más autorizados cálculos de 20 mil millones de kms.<sup>3</sup>. Como se ve, no puede hacerse una separación drástica entre aguas y tierras. El agua contenida en los estratos de la superficie terrestre que van hasta 16 kms. de profundidad alcanza los 200 millones de kms.<sup>3</sup>; la existente en la capa perforable de hasta 5 kms. es de unos 60 millones de kms.<sup>3</sup> y, finalmente, la que se halla hasta 1 km. bajo nuestros pies, esto es, en la capa de intercambio activo, puede calcularse en unos 4 millones de kms.<sup>3</sup>

Pero también existe una cryosfera (de **cryos**, hielo en griego) cuyo volumen es considerable y cuya importancia en la modelación de la superficie terrestre (ciclo erosivo glaciar) debe ser destacada. Esta esfera de hielos concentra en la Antártida, el norte de Eurasia y América, y en las montañas de todos los continentes, un volumen de 30 millones de kms.<sup>3</sup>. Por su parte los hielos marinos de los **icebergs** y el **icepack**, que en el Artico llega a tener unos tres metros de espesor, suman 32 millones de kms.<sup>3</sup> (110). Finalmente, el hielo del **permafrost** de las tundras de las altas latitudes nórdicas, o sea, el hielo subterráneo, alcanza el considerable volumen de 300 mil kms.<sup>3</sup>.

Un cálculo de M. I. Lvovich estima que las reservas de agua dulce existentes en nuestro planeta (aguas superficiales, aguas subterráneas de la segunda capa y glaciares accesibles) pasan los 32 millones de kms.<sup>3</sup>. Otros cálculos son mucho menos optimistas. (Fig. 16)

La hidrosfera, la cryosfera y la litosfera constituyen una inseparable tetralogía con la atmósfera. Pero resulta incorrecto hablar de la atmósfera en términos abióticos. La atmósfera, actual (Fig. No. 39), es en gran parte hija de la vida. Por lo menos la atmósfera respirable, o sea la oxidante, que tiene un 21% de oxígeno y un 78% de nitrógeno entre otros componentes. Lo mismo sucede con la litosfera y la hidrosfera: la presencia muy temprana de la vida en la Tierra las biologizó intensamente e interactuó con ellas. También resulta imposible separar la vida, surgida en las tibias aguas del Océano —el padre de todas las cosas según tantas mitologías y protofilosofías—, de su

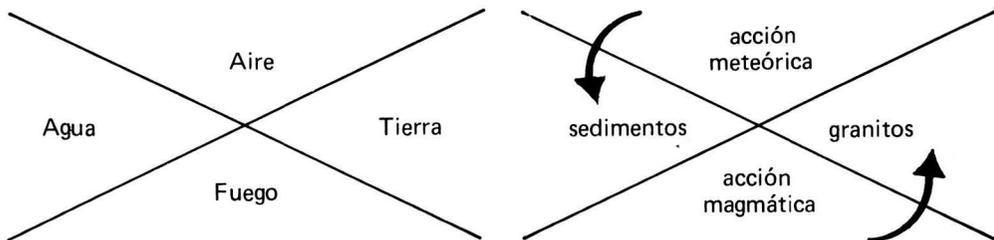


Fig. No. 16. Relación entre los cuatro "elementos" de la protofilosofía clásica, surgidos de la protohistoria (la Tradición), y las secuencias del ciclo geológico (Según J. Lombard, 1969).

Los elementos se disponen según una pareja energética —aire, fuego y una pareja material —agua, Tierra—. La gliptogénesis llevada a cabo por la meteorización de las rocas superficiales está a cargo del **aire** y equivale a destrucción, desorden, entropía en suma. Los derrubios son disgregados por el **agua** que los traslada a las zonas bajas donde los sedimentos se depositan en capas sucesivas. Dichos sedimentos, por gravedad, se hunden lentamente en la corteza hasta que las altas presiones y temperaturas del magma los metamorfozizan por la presencia —claro que simbólica— del **fuego**. Finalmente las rocas recrystalizadas asumen en el granito —que no es estrictamente una roca metamórfica sino ígnea, pero la explicación corre a cargo de Lombard y así la trasmite— la forma perfecta de **Tierra** dado que los cristales —aplíticos, porfídicos o pegmatíticos— señalan uno de los puentes entre lo inorgánico y lo orgánico, afirmando la presencia ordenadora de la neguentropía (anentropía, epictesis o diectropía, como también se la llama).

Las paleobiosferas convertidas en granitos nos muestran la orilla transitada por la ciencia y la proyección de los elementos tradicionales constitutivos del hombre —microcosmos (cuerpo = agua; corazón = fuego; alma = aire; espíritu = Tierra) nos llevan a la orilla neblinosa de los símbolos (orfismo, Kabala, Gnosis, Teosofía, etc.) cuya "lógica" funciona al margen, si no en contra, de la racionalidad científica.

marco inorgánico, del mismo modo que es imposible separar la química y la física del gran proceso que se operó desde el nacimiento de la vida en la Tierra hace alrededor de 4.000 millones de años.

### La biosfera

25. La existencia del planeta Tierra, un cuerpo no ígneo, cubierto por una litosfera de silicatos sobre la cual se extendía una hidrosfera tibia, poco salada, y una atmósfera reductora, rica en metano y amoníaco, constituyó un paso fundamental en la arquitectura de la materia y los caminos de la energía.

La condición planetaria permite

el tránsito de la física atómica a la química molecular. En las estrellas las altísimas temperaturas impiden la estabilidad de los electrones en sus órbitas y los átomos se desmenuzan en enjambres de partículas elementales. Solamente en determinadas condiciones de temperatura y densidad pueden constituirse las moléculas, y en la Tierra primigenia, que había alumbrado las aguas de sus océanos y los gases de su atmósfera en un convulso parto de erupciones volcánicas y catástrofes tectónicas, es donde se darán aquéllas. Surgen entonces las moléculas, formadas por átomos semejantes o no semejantes. Dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno forman el agua (H<sub>2</sub>O), tres átomos de hidrógeno y uno de nitrógeno for-

man el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), cuatro átomos de hidrógeno y uno de carbono forman el metano ( $\text{CH}_4$ ).

El nombre dado a las moléculas es impuesto por A. Avogadro en 1811 y deriva del latino **moles**, que significa peso o volumen grandes con relación a los atómicos.

Los compuestos del carbono, estudiados tradicionalmente por la química orgánica —que hoy ha perdido su significado—, nos ponen en la pista de las macromoléculas constructoras de la vida. El carbono tiene la peculiaridad de formar compuestos en los que los átomos se ligan mediante cadena y anillos a tal punto que existen moléculas con más de mil átomos de dicho elemento.

En la actualidad poseemos una lista significativa de compuestos orgánicos cuya existencia en el espacio interestelar ha sido verificada por la radioespectroscopia; entre ellos están el ácido cianhídrico, el ácido isocianico, la cianamida, el cianoacetileno, el formaldehído, el metanol, la metilamida, el amoníaco. Es de suponer que estas moléculas se encontraban en la atmósfera primitiva de la Tierra y que la futura vida surgiría de las combinaciones entre cuatro elementos fundamentales (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) y algunos otros, peculiarmente aptos para el intercambio energético, como el fósforo, el calcio y el azufre. Pero la presencia de elementos, o sea materia en términos mesocósmicos, no alcanzaba para originar los mecanismos prebióticos. Se necesitaba una fuente de energía, o varias. Y esas fuentes existían. (Fig. 17)

En primer lugar estaba el Sol, con

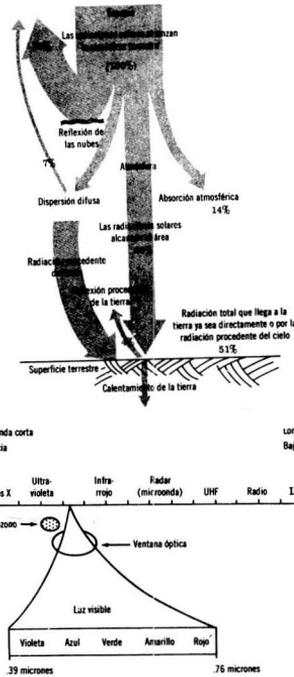


Fig. No. 17. Representación esquemática del balance energético. Entrada de radiación solar en la superficie terrestre al mediodía en las bajas latitudes (arriba) y espectro electromagnético (abajo). (Según B. Sutton y P. Harmon, 1973).

sus poderosos rayos ultravioletas, que luego serían tamizados por la ozonosfera una vez que se iniciara la dialéctica de la fotosíntesis y una acumulación de oxígeno producida originariamente por la radiólisis del agua oceánica. Pero también se contaba con los rayos cósmicos, las descargas eléctricas, la radioactividad y el calor de los fenómenos volcánicos, sin duda de terrible violencia.

La Tierra por entonces tenía una temperatura de quizá algunos grados más que la actual. Como se sabe la vida sólo puede prosperar entre los  $0^{\circ}\text{C}$ . y los  $60^{\circ}\text{C}$ .; en las soledades in-

terestelares e intergalácticas reinan las temperaturas del cero absoluto ( $-273^{\circ}\text{C}.$ ) y en el interior de las estrellas los infiernos nucleares alcanzan a los 100 millones de grados C.

El escenario para la vida está listo, pues. Un escenario físico-químico, sea bien entendido, pues tanto el designio del Creador, si aceptamos el relato bíblico, o la dispersión de la Panspermia propuesta por S. Arrhenius (1859-1927), necesitaban un mínimo de condiciones ambientales para que tanto el acto divino como las esporas cósmicas pudiesen prosperar. El cuadro inicial, no obstante, se supone que haya sido el siguiente: una Tierra recién enfriada, dotada de una litosfera derretida varios milenios antes por la emigración de los elementos radioactivos, y sobre dicha litosfera, conmovida por episodios sísmicos, volcánicos y tectónicos, una hidrosfera tibia, poco salada (como nuestra sangre, trasunto de aquellos tiempos) y una atmósfera compuesta por mucho vapor de agua (**atmós**, en griego, significa precisamente vapor) hidrógeno, amoníaco, metano y ácido sulfhídrico. Podemos llamar a esta etapa abiótica el **ciclo de los hidrocarburos**. Los carburos son, como se sabe, las combinaciones del carbono con los metales pesados realizadas a altas temperaturas. Los volcanes y el magma eran verdaderos emporios de carburos que, al llegar a la superficie, se ponían en contacto con el agua y formaban hidrocarburos, los cuales, en estado gaseoso, pasaban a formar parte de la atmósfera.

Otro ciclo posterior al de los hidrocarburos parece ser el de los aminoácidos. Vamos a llamarlo el **ciclo de los aminoácidos**. Dichos aminoácidos están constituidos por hidrógeno,

oxígeno, carbono y nitrógeno. En los aminoácidos, el grupo amino (de **amonia**, amoníaco) y el grupo ácido (de **acetum**, vinagre), cuando se trata de aminoácidos naturales, se unen al mismo átomo de carbono, y dicho átomo de carbono, asimétrico, está disponible para la unión de una cadena lineal constituida por otros elementos. De este modo pueden formar isómeros ópticos <sup>111</sup>.

En nuestro siglo se han efectuado experimentos de laboratorio que, mediante descargas eléctricas (Miller, 1953) o la acción de los rayos ultravioletas (Oparín y discípulos, 1964) lograron sintetizar aminoácidos a partir de una mezcla gaseosa similar —o presuntamente similar— a la de la atmósfera reductora, es decir rica en hidrógeno, de la Tierra primitiva.

A partir de los aminoácidos disueltos en las aguas de los protocéanos y grandes lagos existentes entre y sobre los continentes comenzaron a generarse los péptidos de tipo proteinoide. Comienza así el que puede denominarse **ciclo de las proteínas**.

Estas preproteínas o proteínoides habrían surgido a raíz de dos procesos. Uno de ellos fue la acción catalítica ejercida por arcillas que condensaban alrededor de cada finísima partícula, mediante la adsorción, masas relativamente significativas de moléculas orgánicas. Lo mismo pudo haber sucedido con la apatita, un mineral de fosfato. De todos modos, apunta Luria <sup>112</sup>, el relato bíblico de "la creación del hombre a partir de la arcilla, contiene acaso un elemento de verdad".

El otro proceso es el de compuestos que no se disuelven totalmente y dan lugar a gotas coloidales, denominadas por Oparín (1923) **coacervados** y por Fox (1964) **microesferas**. Estas sustancias orgánicas en suspensión constituyen la **hot thin soup** (Haldane) que serviría de alimento a las primeras formas de vida, inexistentes aún.

## 26. Es difícil ubicar en el tiempo es-

A fin de que la vida se desplegara tenía que aparecer una forma capaz de dirigir su propia duplicación. En el mundo viviente actual ese papel está restringido tan solo a los ácidos nucleicos. La mayor parte de los genetistas creen que los iniciadores afortunados fueron, en los albores de la vida, moléculas de ácido nucleico que lograron ayudar a integrarse a otras moléculas similares mediante un proceso de autocatálisis. Los primeros polímeros de aminoácido, formados posiblemente con el concurso de la arcilla, quizá fueron luego sustituidos por verdaderas proteínas: es decir, por cadenas de aminoácidos "con sentido" formadas mediante la traducción de un patrón de ácido nucleico. Pero el auténtico avance creador —que en realidad acaso se diera solamente una vez— acontecería cuando una molécula de ácido nucleico "aprendiese" a dirigir la integración de una proteína que ayudase a su vez a la copia del propio ácido nucleico: en otras palabras, un ácido nucleico serviría de patrón para la integración de un enzima que pudiera luego ayudar a elaborar más ácido nucleico. Con este proceso habría aparecido el primer mecanismo poderoso de retroacción biológica. La vida estaba encaminada<sup>113</sup>.

Al entrar en el **ciclo de los ácidos nucleicos**, el cuarto en la ordenación aquí propuesta, que teóricamente debe coincidir bastante con el real proceso operado en la fabricación de macromoléculas orgánicas, se deja en el camino un posible ciclo intermedio, el de **los ácidos grasos**. Estos ácidos grasos son los que construirían paredes elásticas para convertir a los coloides en futuras células. Pero lo verdaderamente determinante, o sea la creación de un código genético y la transferencia del mismo, estará a cargo de aquellos ácidos nucleicos, el ADN y el ARN, cuyo papel estructural e informativo ha sido objeto de

ta etapa preparatoria de la vida. Según algunos investigadores habían pasado muchos millones de años desde la aparición de la hidrosfera y atmósfera iniciales. No obstante puede sostenerse con fundamento que este proceso químico pudo desencadenarse de inmediato y que hace más de cuatro mil millones de años ya se preparaba el camino hacia la aurora biológica.

estudios reveladores a partir de los años 60 de este siglo<sup>114</sup>. Los primeros organismos vivientes crecieron a expensas del caldo orgánico existente en los mares e iniciaron el período de la relación depredador-presa. Hasta entonces es imposible concebir que se hubieran definido las futuras vocaciones de la planta y del animal, de los productores y los consumidores, en medio de las aguas tibias que acogieron y propiciaron la creación de la vida.

Resumiendo: entre el momento de la aparición de la pareja atmósfera reductora-protocéano y el proceso in-

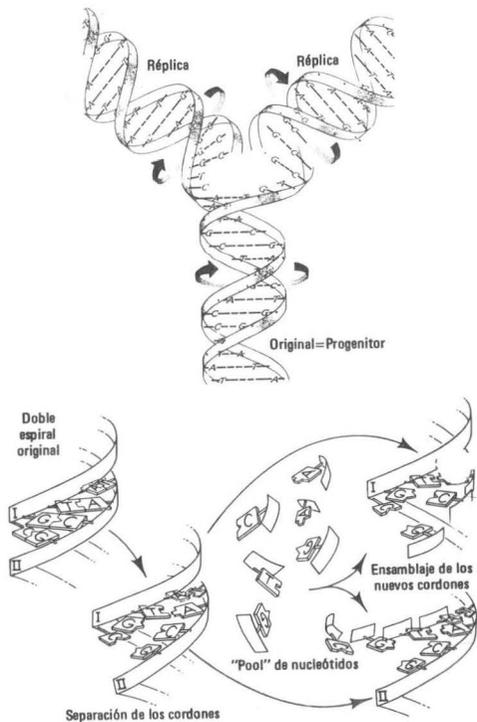


Fig. No. 18. Réplica del ADN a nivel de cordón (arriba) y a nivel de nucleótido (abajo). Las letras representan a la adenina (A), la citosina (C), la guanina (G) y la timina (T). (Según C. Grobstein, 1964).

mediato de gestación de la vida, transcurre la era **azoica**, que podemos ubicar cronológicamente en fechas ante-

riores a los cuatro mil millones de años. En este importante período se preparan con relativa rapidez, a lo largo de las distintas etapas arriba indicadas, las condiciones endógenas y exógenas de la biogénesis.

Hacia los cuatro mil millones de años ya es segura la existencia de la vida: la autocatálisis, la capacidad reproductiva y la transferencia del código genético —ADN, ARN y ATP mediante— construyen una serie de organismos unicelulares, sin núcleo definido (**cariós** significa núcleo y por lo tanto se trata de seres procarióticos), que se alimentan con el "pasto" marino de los **coacervados**, los padres y hermanos coloidales detenidos en su avance hacia la gran mutación.

La vida ha sido definida de muchos modos. Como una "merced divina" o una "lucha contra la entropía" (Bergson), como un mecanismo fisiológico o una dialéctica del metabolismo. Existen definiciones metafísicas, químicas, físicas y genéticas de la vida, y todas ellas tienen elementos valiosos, dignos de consideración filosófica y científica. Hoy por hoy, gracias a los avances de la teoría general de sistemas, la informática y la nueva termodinámica, se define la vida en términos de energía, materia e información:

...un ser vivo es un sistema abierto que se organiza a expensas del aumento de entropía del medio exterior, con el que realiza, mediante un cierto número de procesos, intercambios de materia y de energía regidos por unos códigos que puede transmitir a sus herederos y que se perfeccionan a través de la selección natural<sup>115</sup>.

Con el surgimiento de la vida se abre otra era, la **arqueozoica**, la de la célula procariótica, cuyo testimonio

será el de un organismo que, a pesar de su sencillez, ya ha dado muchos pasos con respecto a los anteriores

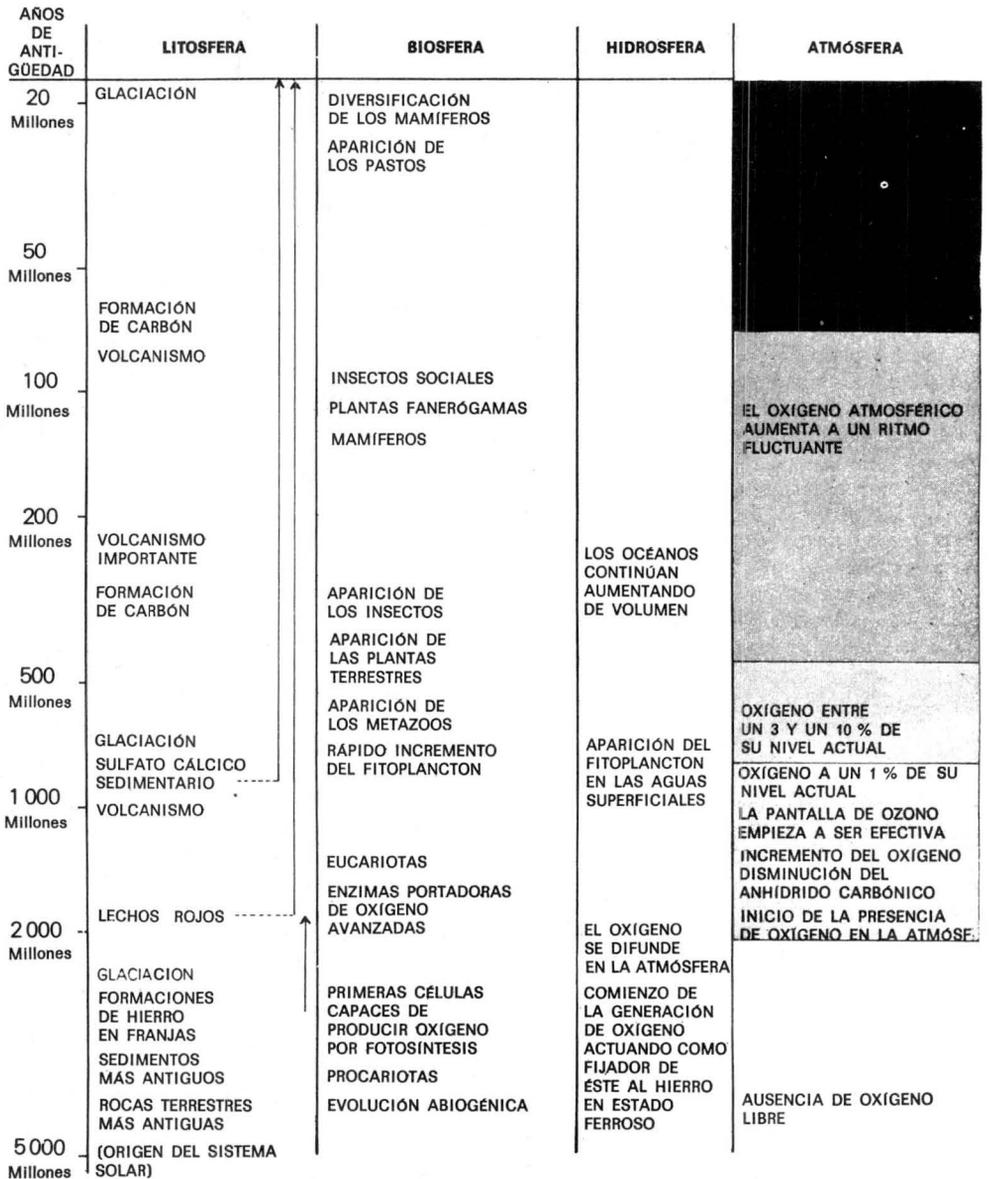
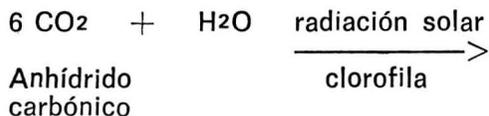


Fig. No. 19. Cuadro cronológico de las interrelaciones operadas a lo largo de la evolución del planeta Tierra en la litosfera, hidrosfera, biosfera y atmósfera. (Según I.G. Gass; P.J. Smith y R.C. Wilson, 1970).

En efecto, el **eobacterium**, detectado en un estromatolito de la formación Figtree, en el Africa del Sur, revela la presencia de algas verdiazules, semejantes a las bacterias. Este organismo apareció hace 3,3 mil millones de años y los grafitos y carbones hallados en distintos yacimientos de fecha aún más remota indican que la mecha de la evolución, apenas encendida, iba alumbrando y animando cadenas de seres a mitad de camino entre las macromoléculas coloidales y los organismos, pero que estaban ya en la senda de la vida, de la complejidad, de la diectropía en suma.

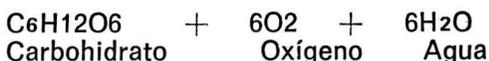
(Fig. 19)

El segundo avance operado en la era arqueozoica lo señala la formación Gunflint, en Canadá, donde aparecen los fósiles del alga gunflintia. Dicha alga es el primer organismo fotosintético y nitro fijador acuático conocido. La revolución de la fotosíntesis marca un salto adelante en el proceso de la vida pues a partir de ella se precipita el proceso de formación de una atmósfera oxidante, proceso ya iniciado a partir de la radiólisis de las aguas primigenias.



Generalmente se deja de lado la importancia de las sales minerales, logradas ya por la raíz, ya por el sistema de absorción de la planta acuática (fitoplancton, etc.), cuyo origen está ligado con la actividad de los organismos descomponedores. Dada la compleja trama de la función clorofiliana, resulta necesario estudiarla en

27. ¿Que es la fotosíntesis? Este proceso, el "más importante del mundo viviente" (Loomis) puede resumirse diciendo que es el mecanismo utilizado por las plantas clorofilianas —o verdes— para convertir, mediante la energía captada a la radiación solar y el procesamiento del anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), el agua (H<sub>2</sub>O) y las sales minerales, en compuestos químicos que constituyen alimentos que servirán para mantener la planta (autotrofo) y para el consumo de animales herbívoros (heterotrofos). Los carnívoros consumen plantas convertidas en carne. La clorofila de los cloroplastos (hay protoclorofilas, clorofilas a, b, c, d, e, y a', b' y c', isoclorofilas y bacterioclorofilas cuyo mecanismo operativo no se conoce totalmente aún) utiliza la energía solar para efectuar la fotólisis del agua. El oxígeno va a la atmósfera y el hidrógeno reduce el anhídrido carbónico a hidrato de carbono. La glucosa finalmente obtenida constituye el primer eslabón de la cadena alimenticia. La fórmula primaria de la fotosíntesis, que es un proceso químico muy complejo, ha sido así planteada:



tratados especializados en fotosíntesis o fisiología vegetal a los que me remito <sup>116</sup>. (Fig. 20)

La significación de la fotosíntesis es inmensa. No solamente inicia el proceso de separación entre los organismos autotrofos y heterotrofos —o fagotrofos, como sería mejor de-

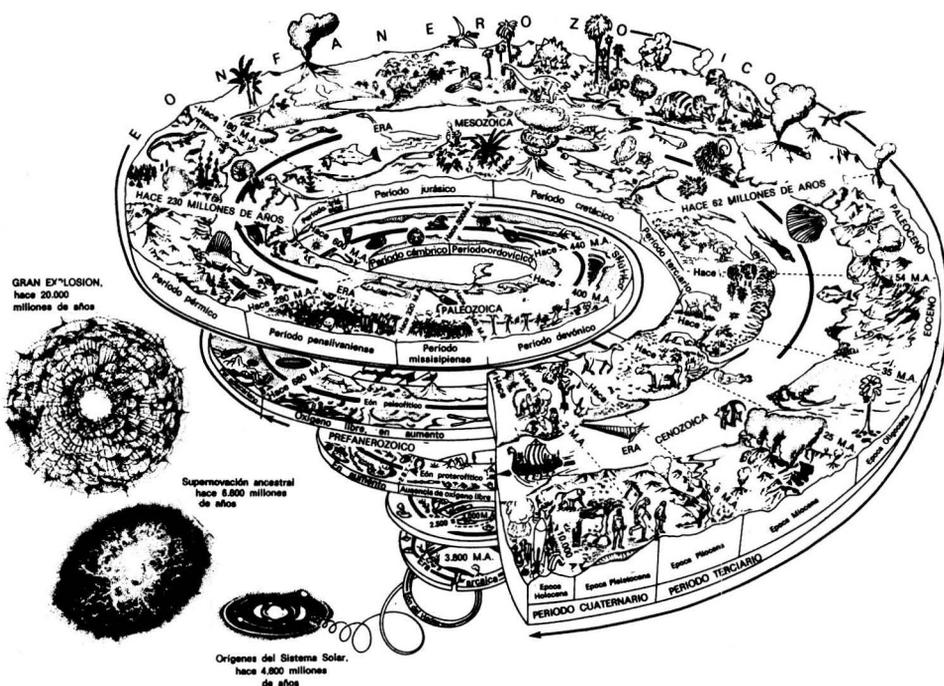


Fig. No. 20. Etapas de la historia de la Tierra a partir del origen del sistema solar, luego de la supernovación ocurrida hace 6,6 evos(?). (Según P. Cloud, 1978; adaptación de Geologic Time, 1976).

cir— sino que empieza a biologizar la atmósfera. Hace 1.900 millones de años, como se ha comprobado mediante testimonios paleontogeológicos, el oxígeno ya incorporado a la atmósfera en proporciones muy modestas, provoca la formación de óxidos de hierro. Este oxígeno biógeno sirve para el mantenimiento del reino animal, ya diferenciado, el que a su vez introduce anhídrido carbónico en la atmósfera y en la hidrosfera a los efectos de cerrar un ciclo de tipo biótico.

Hace 1.300 millones de años se produjo otra revolución que clausuró

la era arqueozoica y abrió las puertas de la era **proterozoica**. Se trata de la aparición de las células eucarióticas, esto es, con núcleo separado del citoplasma por una membrana celular. El material genético, concentrado en cromosomas formados por el ADN y dispuesto en doble cadena helicoidal, se refugia entonces en este núcleo y la célula, ya completa, sintetiza y simboliza con su rico microcosmos la esencia de la vida. Es en las dolomitas del Salto del Pico Superior, California, donde se han hallado los trasuntos de este cambio fundamental. Hay por entonces gran actividad volcánica, intensa sedimentación y gla-

ciaciones reiteradas que, sin duda, ejercieron presiones ambientales capaces de alterar los intercambios metabólicos y adaptar los organismos a los factores externos.

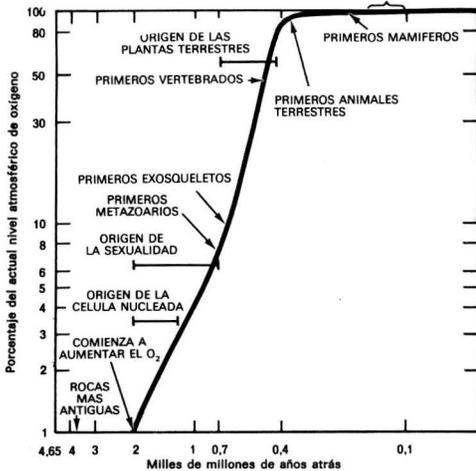


Fig. No. 21. Cronología tentativa de las relaciones existentes entre la evolución biológica y la creciente existencia de oxígeno en la atmósfera terrestre. (Según P. Cloud, 1976).

La evolución biológica, tributaria del ritmo universal de la evolución y organización crecientes, lo que supone diferenciación y complementación de los seres vivos, mueve otra de sus piezas y en el gran ajedrez de las formas aparece la jugada pluricelular. En efecto, las montañas Edicara, en Australia, revelan que hace 800 millones de años la **sprigginia**, un metazoario, comenzaba una etapa distinta en los antiguos mares. A partir de esos metazoarios iniciales aparecen moluscos, gusanos y otros invertebrados marinos que se difunden mundialmente mientras que en tierra se plie-

gan los escudos graníticos de las actuales plataformas bálticas, canadiense, siberiana, africana, indostánica y brasileña, al tiempo que el ir y venir de las glaciaciones pule una y otra vez las rocas cristalinas, que hoy algunos atribuyen a la acción de las arqueobiosferas presentes en la aurora de la vida 117.

Los testimonios geológicos nos enseñan que antes del advenimiento del **Cámbrico**, primer período de la era **paleozoica**, inaugurado hace 600 millones de años, una serie de catástrofes, tal vez climáticas, tal vez volcánicas, tal vez químicas, o todas a la vez, provocaron una gran extinción de fósiles, agregando una página en blanco al libro de los estratos sedimentarios donde se conservaban los registros del pasado.

No es posible seguir detalladamente las etapas posteriores de la vida. Recordemos que durante el período **Ordovícico**, hace 500 millones de años, se registra la aparición de los peces y de las primeras plantas terrestres y que hace 425 millones de años, tras esas plantas, trepan los primeros pobladores animales a los continentes. Dichos colonizadores salidos del mar, quizá como anuncio de lo que sería la futura lucha por ganar un lugar bajo el sol, no son otros que los escorpiones. La vida puede salir al aire libre gracias a la fotosíntesis pues el ozono (O<sub>3</sub>) le cierra el paso a los destructores rayos ultravioletas 118.

La aparición y el desarrollo de la vida en la Tierra acarreó cambios gigantescos. Al tiempo de extenderse y complejizarse la biosfera, término introducido al lenguaje científico por E. Süss en 1875, se modifican la li-

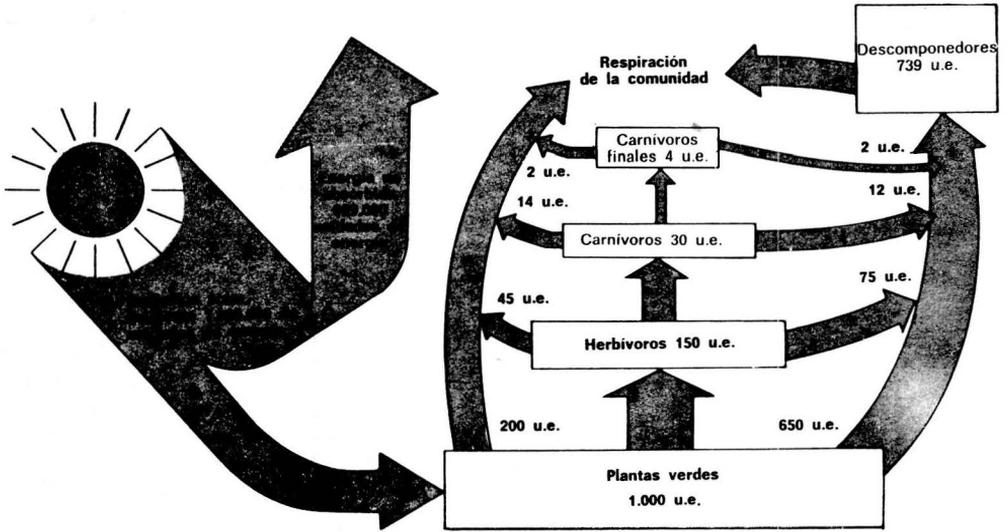


Fig. No. 22. De cada 1.000.000 unidades de energía solar emitida, la comunidad biótica (el ecosistema) pone en marcha, con sólo 1.000 unidades, un complejo mecanismo cuyo proceso energético está registrado en el gráfico. (Según D.P. Bennet y D.A. Humphries, 1974).

tosfera, la hidrosfera y la atmósfera. Los procesos bioquímicos desencadenados por los seres vivos, a partir de la energía solar captada por las plantas clorofilianas, hacen que los átomos de muchos elementos atraviesen en incesante flujo los cuerpos de animales, plantas y micro-organismos. La presencia dinámica de la vida activa, los ciclos minerales así como los del oxígeno, del agua, del carbono y del nitrógeno. El planeta entero se biologiza por la acción de la biomasa en los mares y en las tierras emergidas; la materia biógena de anteriores eras —carbón, petróleo, gas natural— y de mucho menor data —turba, sapropel, humus— se suma a la materia biocósmica —aire de la troposfera, agua de origen orgánico— y ambas, en compañía con la anterior, ponen en marcha procesos bio-

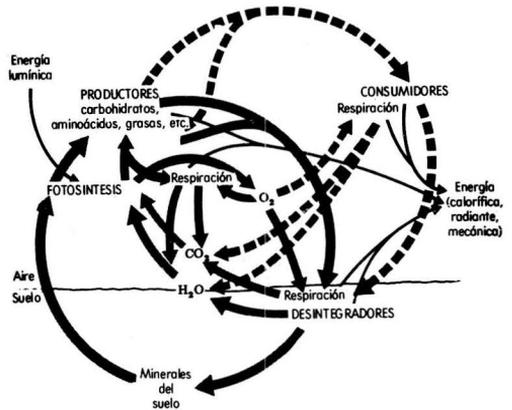


Fig. No. 23. Los ciclos biogeoquímicos de la Tierra. Se destacan los ciclos del carbono, del oxígeno, del hidrógeno, de los minerales del suelo y el flujo de la energía a partir de la fotosíntesis. Las líneas discontinuas gruesas indican que los consumidores no son "teóricamente indispensables" para el reciclaje de los elementos. (Según T.C. Emmel, 1973).

químicos en distintos escenarios o provincias biogeocénóticas.

organismos, en tanto que unidades individualizadas, se asocian en biocenosis, definidas por Moebius en 1877 del siguiente modo:

Los animales, vegetales y micro-

agrupación de seres vivos que corresponde por su composición, por el número de especies y de individuos, a ciertas condiciones promedio del entorno. Dicha agrupación de seres está ligada por dependencias recíprocas y se conserva reproduciéndose en un cierto sentido y de modo permanente... Si una de las condiciones fuera desviada durante un cierto tiempo de su media habitual, la biocenosis entera se transformará... La biocenosis será igualmente transformada si el número de una especie dada aumentara o disminuyera por intermediación del hombre, o bien si una especie desapareciera totalmente de la comunidad u otra ingresara<sup>119</sup>.

28. A partir de las biocenosis, cuyos mecanismos son el breviario de toda posible ecología, se introduce por los años 60 de nuestro siglo un concepto termodinámico de las relaciones recíprocas entre los seres vi-

vos y de los seres vivos con su medio. Aparece el concepto de ecosistema, definido temprana y estáticamente por Tansley (1935), el cual puede sintetizarse así:

Se denomina ecosistema al conjunto formado por la biocenosis y su biotopo cuando es enfocado desde el ángulo de la transformación, de la circulación y de la acumulación de energía y de materia<sup>120</sup>.

Una definición más amplia es la siguiente:

El ecosistema (biogeocenosis) es un sistema relativamente estable en el tiempo y abierto desde el punto de vista termodinámico en lo que concierne a los cambios de energía y masa. Los entrantes al sistema son la energía solar, los elementos minerales de las rocas, la atmósfera, las aguas subterráneas. Los salientes son el calor, el oxígeno, el anhídrido carbónico y otros gases liberados en la atmósfera, los compuestos húmicos, minerales, rocas sedimentarias en la litosfera, y las sustancias biógenas en solución en las aguas subterráneas, los ríos, los lagos, etc., en la hidrosfera<sup>121</sup>.

La consideración termodinámica de la comunidad formada por las distintas poblaciones vegetales, animales y microbianas en un determinado biotopo permite que el ecosistema sea analizado no en función de su tamaño sino de su eficacia procesal. En el cáliz de una flor, en la superficie de una roca, en un minúsculo charco, etc. pueden aparecer las redes tró-

ficas regidas por "la ley del 10%" y operar en ellas el flujo de la energía, el reciclaje de la materia y el vaivén de la información. Un ecosistema posee mecanismos de control que actúan como **feed back** negativo, oponiéndose así a la degradación entrópica y propiciando la homeostasis de aquél.

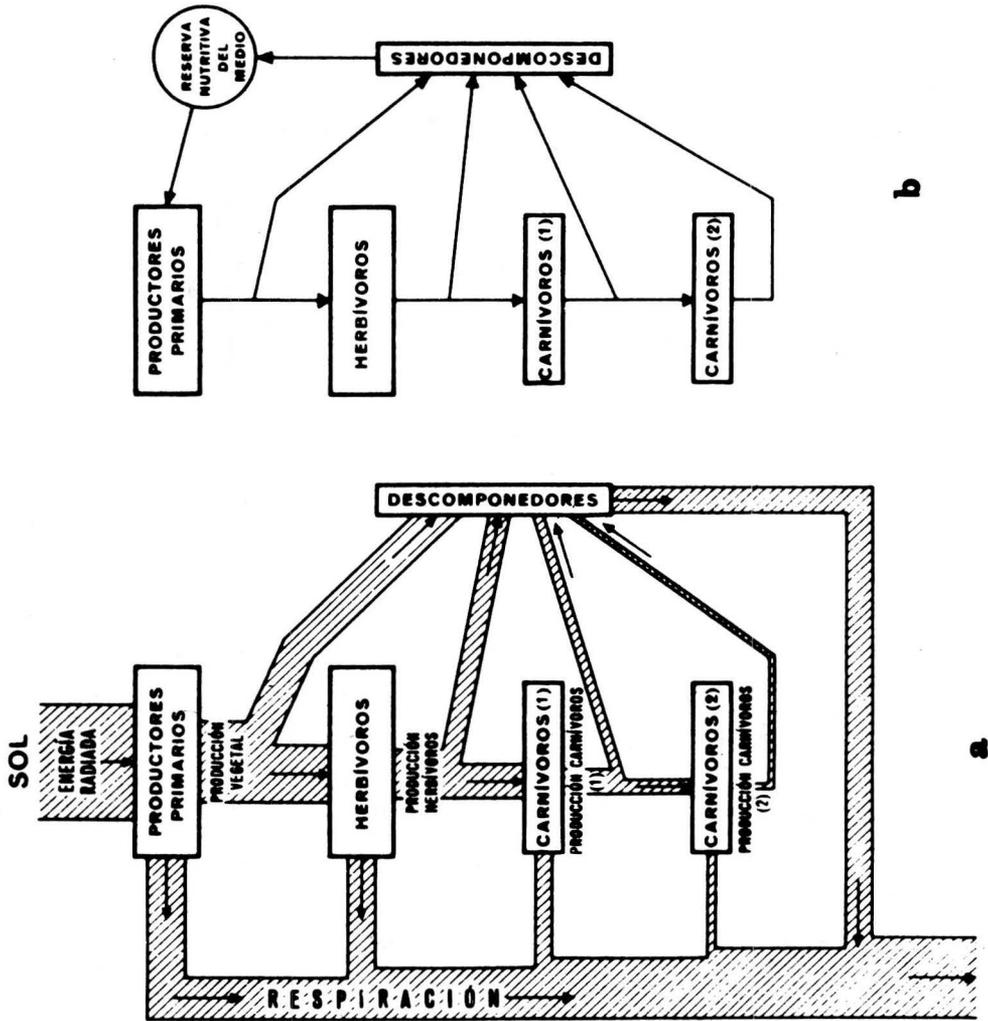


Fig. No. 24. Simplificación esquemática del flujo energético (a) que atraviesa y recicla la materia de un ecosistema (b). (Según J. Terradas, 1979).

Por razones de carácter topológico y taxonómico los ecosistemas locales se integran en unidades paisajísticas mayores denominadas biomas. Los biomas son formaciones vegetales climáticas y climáticas que poseen una relativa uniformidad en su naturaleza florística y las comunidades animales que interactúan con el medio. Los biomas del mundo han si-

do cuidadosamente estudiados y clasificados, si bien a veces las nomenclaturas empleadas por los distintos autores difieren. Pero las características bióticas de la pluvisilva ecuatorial, de la taigá, de la tundra, de las sabanas tropicales, de los desiertos, de los bosques templados deciduos, etc. han sido muy bien establecidas y sistematizadas<sup>122</sup>.

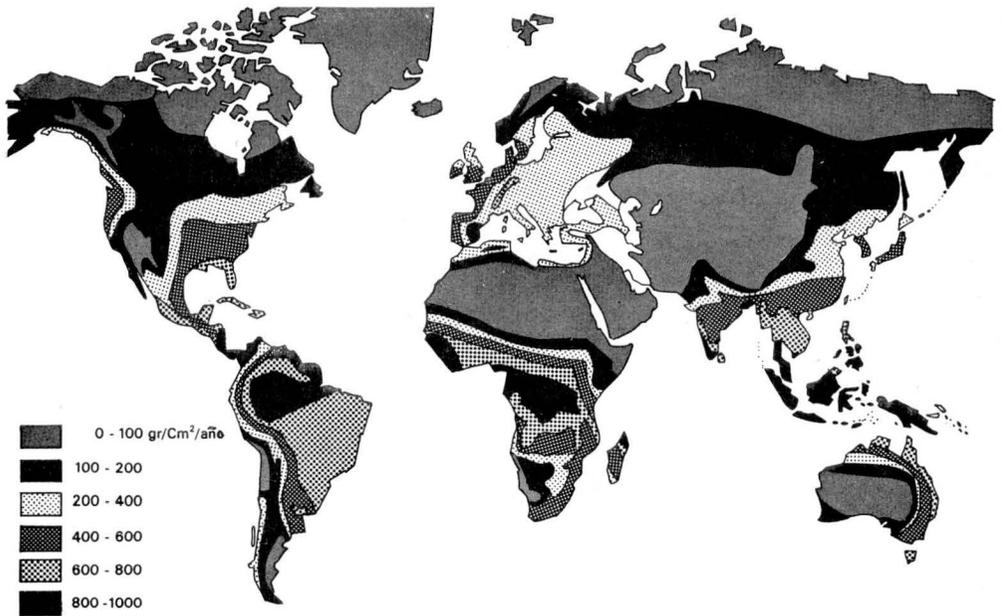


Fig. No. 25: Distintos niveles de productividad en los ecosistemas terrestres. La productividad primaria (vegetales clorofilianos) se expresa en gramos de carbono fijados mediante la fotosíntesis por cada metro<sup>2</sup> en un año: gr.C/m<sup>2</sup>/año. (Según H. Lieth, 1975 y Ph, Lebreton, 1978).

El conjunto de los biomas terrestres y de los ecosistemas acuáticos forman la biosfera, cuyo tratamiento científico ha sido efectuado por numerosos autores a los cuales es necesario consultar para obtener una visión profunda y completa de aquella, también llamada ecosfera <sup>123</sup>.

29. El balance de la energía solar muestra que el 52% de la misma se pierde antes de llegar a la Tierra, ya por absorción atmosférica, ya por dispersión difusa (polvo, por ej.), ya por reflexión en las nubes. Del 48% restante que llega efectivamente a la superficie de nuestro planeta un 7% vuelve a reflejarse en el espacio mundial y sólo el 41% constituye la base energética para los fenómenos diná-

micos que construyen los paisajes terrestres. De las radiaciones solares que alcanzan a las plantas la fotosíntesis emplea solamente el 0,1% de la radiación solar visible.

La Tierra recibe 1,90 cal por minuto y por centímetro cuadrado. La cantidad de energía solar llegada efectivamente durante el año es, por lo tanto, de  $5 \times 10^{20}$  Kcal. La fotosíntesis de los vegetales verdes permite la elaboración anual de sustancias orgánicas que alcanzan  $5,3 \times 10^{10}$  toneladas en la tierra firme y  $3 \times 10^{10}$  toneladas en los océanos.

La anterior producción total posee niveles diferentes de productividad según esta escala (Duvigneaud):

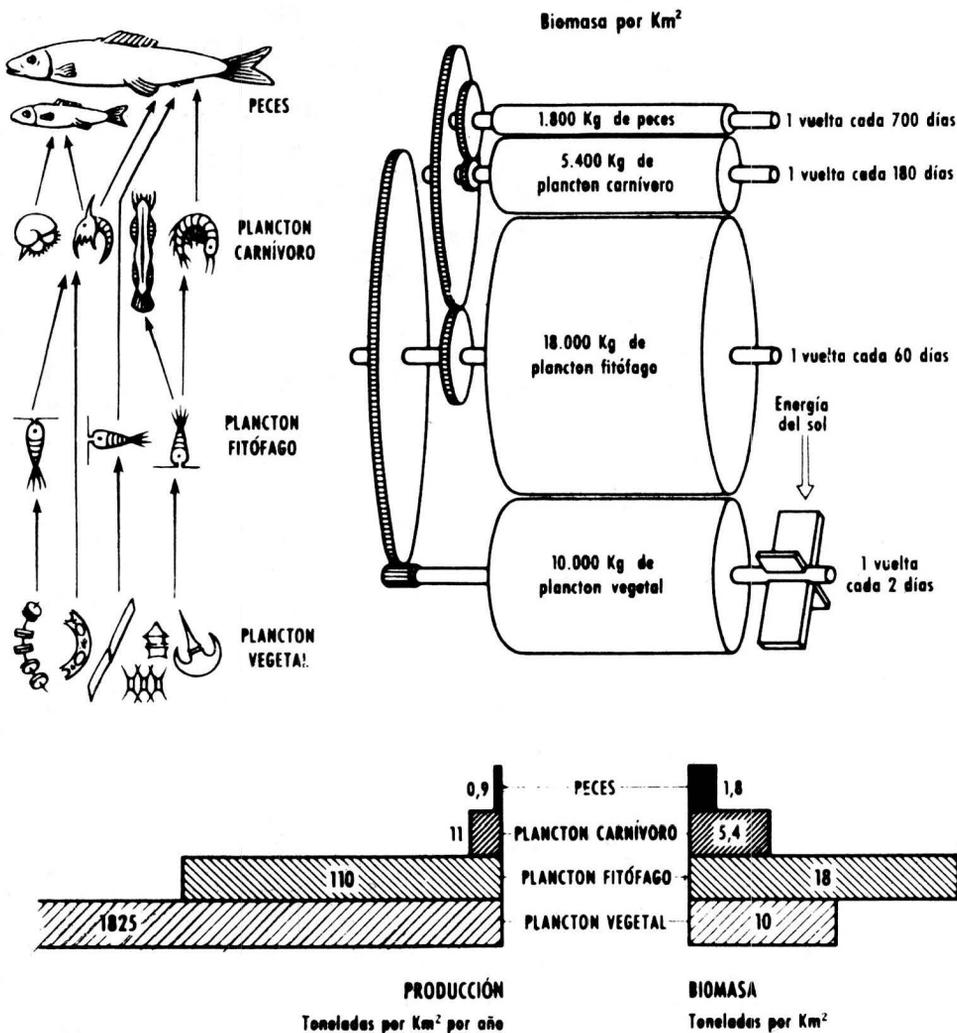


Fig. No. 26. La "ley del 10%" se manifiesta en la biomasa y la producción de la biota marina en una bahía correspondiente a un mar templado. La productividad no solo depende de la biomasa sino también de la velocidad de su renovación. (Según R. Margalef y J. Terradas, 1979).

- 0,1 g. de carbono (m<sup>2</sup>/día) en desiertos y grandes fondos marinos.
- 0,5 a 3 id. en estepas y aguas poco profundas.
- 3 a 10 id. en praderas, bosques y campos cultivados\*.

— 10 a 20 id. en selvas tropicales, campos de cultivo intensivo\*\* y estuarios <sup>124</sup>.

La biomasa vegetal en pie reviste distintos tonelajes por hectárea en los biomas existentes en el globo:

---

<ul style="list-style-type: none"> <li>— menos de 2,5 ton./há.</li> <li>— 2,5 a 5, id.</li> <li>— 12,5 a 25 id.</li> <li>— 50 id.</li> <li>— 300-400 id.</li> <li>— 400-500 id.</li> <li>— 500-1.500 id.</li> <li>— 12,5—150 id.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>: desiertos subtropicales y tropicales.</li> <li>: desiertos polares, fitocenosis subpolares, desiertos salinos.</li> <li>: tundra.</li> <li>: tundra arbolada en transición a la taigã.</li> <li>: taigã (bosque de coníferas).</li> <li>: bosques subtropicales y de latifolias.</li> <li>: pluvisilva ecuatorial.</li> <li>: estepas, prados montañosos, pampas, paisajes de parque, sabanas xerofíticas, manglares.</li> </ul>
---	---

---

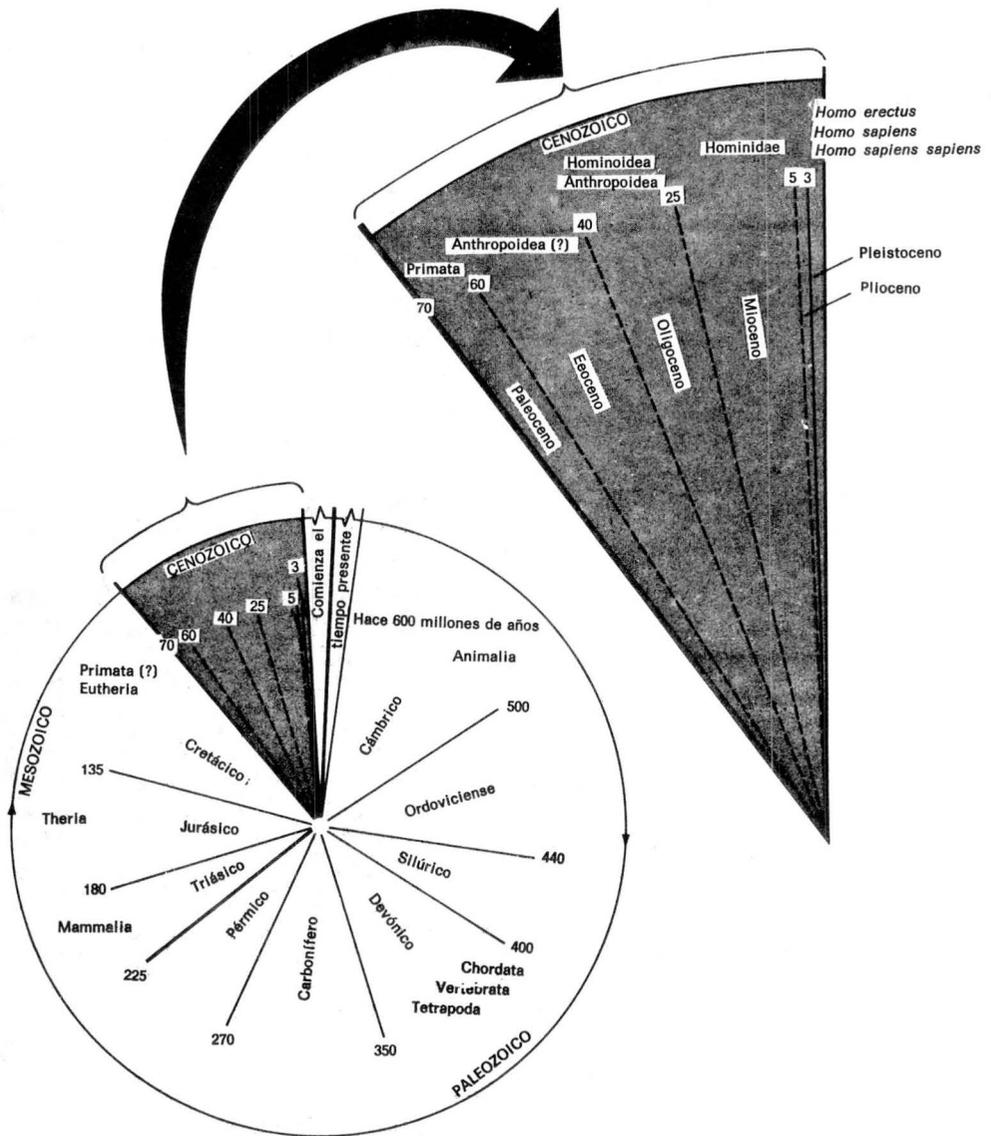
Las áreas continentales recubiertas por el tapiz vegetal han registrado, a lo largo de las eras, distintos impactos climáticos y sucesivos episodios florísticos. Por ejemplo en el período carbonífero de la era paleozoica, —cuando crecían los licopodios, los helechos y las sigilarias convertidos al cabo de millones de años en depósitos carboníferos—, los paisajes construidos por las formaciones vegetales eran muy distintos a los del período eoceno, en la era cenozoica, cuando las praderas comenzaban a invadir las llanuras y en ellas se precisaban con dramática nitidez las relaciones predador (carnívoro)-presa (herbívoro).

En la actualidad se calcula que hay unos 122 millones de kms.<sup>2</sup> cubiertos por un tapiz vegetal que pierde terreno de continuo ante la invasión tecnógena. En efecto, las construcciones (ciudades, caminos, dispositivos industriales, etc.) ya han pasado los 3 millones de kms.<sup>2</sup>; los llamados por Riábchicov <sup>125</sup> eriales antropógenos cubren casi 4,5 millones de kms.<sup>2</sup>; los desiertos áridos, cuyos bordes avanzan de continuo empujados por las depredaciones de los caprinos y una agricultura erosionante, ya se acercan a los 19 millones de kms.<sup>2</sup>, etc.

La vegetación de los continentes se renueva cada 150 años y sus complejos florísticos albergan en su seno alrededor de 500 mil especies de plantas y 1,5 millones de espe-

---

\* y \*\* Estos datos conciernen a los agrosistemas, los cuales forman parte de la tecnosfera.



**Fig. No. 27.** El reloj evolutivo y el proceso formativo de las especies animales (Según M. Harris, 1980). En el detalle sobre el cenozoico se precisan las etapas de la hominización a partir de los primates del paleoceno. Entre los 5 y 3 millones de años surgen los australopitécidos gráciles de Afar, Laetoli y quizá los antepasados del *Homo habilis*, que sigue siendo un australopitécino y no un hombre. Pero el *afarensis* caminaba totalmente erguido y el *habilis* construía utensilios antes de atravesar el "Rubicón cerebral" de los 800 cmts<sup>3</sup>, luego del cual surge el *Homo erectus*. El *Homo erectus* (al cual pertenecen el Sinanthropus, el Heidelbergensis, el Pithecanthropus de Java y el Mauritanicus) parece haber amanecido muy temprano. En efecto, los Pithecanthropus IV y V de Djétis (Java) quizá tengan 2,5 millones de años y el *Homo erectus* de Turkana, Africa, fue datado en 1,6 millones de años.

cies de animales (de las cuales 4.000 son de mamíferos y 8.500 de aves) que habitan distintos nichos ecológicos y se interrelacionan entre ellas de múltiples modos.

Todos estos datos y los muchísimos más que podrían acumularse configuran el marco biológico global de los millones de ecosistemas puntuales que salpican el planeta.

Lo que interesa en este punto es establecer los mecanismos de la diversidad y la interacción sistémicas entre los seres singulares, entre las poblaciones, entre las comunidades, entre las biocenosis, entre los biomas, etc. donde la energía y la mate-

en consecuencia, el orden biológico no corresponde necesariamente a una disminución local de entropía; un aumento de entropía puede ser entonces compatible con una creación de un cierto orden <sup>127</sup>.

### La antroposfera

30. La aparición del hombre constituye un fenómeno tardío en la evolución del planeta Tierra. Las escalas cronológicas señalan que luego de una lenta preparación en el seno del Reino **Animalia** (de **ánemos**, sopro vital y por extensión alma), cuya profundidad en el tiempo no se puede precisar exactamente, el **sistema naturae** concebido por Linneo diseña los taxones de la genealogía humana cuya secuencia es la siguiente:

El filo **chordata**, uno entre los otros 24 existentes, estructura hace 400 millones de años criaturas dotadas de un notocordio (**noton**, dorso y **chorda**, cuerda), atravesado por un cordón nervioso, y bolsas branquiales. El subfilo **vertebrata**, aparecido hace 380 millones de años, muestra que en los animales ya formados ple-

ria libran, merced a la información, una lucha milenaria contra la segunda ley de la termodinámica.

La información que ordena y planifica la materia es una anti-entropía pero no hay información que no consuma energía. Lo que se considera neguentropía, epictesis (Lapicque) o diectropía (Fantappiè) no es exactamente una negación del papel desempeñado por la entropía a escala mesocósmica. A tal punto es así que al calificar "el orden y la dinámica de lo viviente" Danchin se opone a los vergonzantes bergsonianos que sin nombrar el **élan** vital lo aluden de continuo <sup>126</sup> y Hladik expresa que

namente el notocordio se transforma en una columna que alterna discos cartilagosos y óseos y que el remate engrosado de la cuerda nerviosa está alveolado en una caja ósea, o sea un cráneo. La superclase **tetrapoda**, surgida de la adaptación a la tierra firme —la otra superclase de los peces se queda en el agua—, pone en marcha, hace 350 millones de años, la sucesión de cuatro distintas clases —anfibios, reptiles, aves y mamíferos— y esta última, la **mammalia**, surgida hace 200 millones de años, introduce nuevos caracteres, profundamente consustanciados con nuestro soma: glándulas mamarias, piel cubierta por pelo y dientes especializados en cortar (incisivos), en desgarrar (caninos) y en triturar (molares). Esta clase comparte la homotermia con la de las aves: el organismo se emancipa de los altibajos climáticos del ambiente exterior y fabrica, me-

diente una compleja máquina cibernética, la temperatura constante del medio interno.

La subclase **theria**, dando un paso más adelante que la **prototheria** (la cual pone huevos como el ornitorrinco), modela mamíferos que guardan a los hijos hasta su parición en la entraña materna —y aquí se inicia la dialéctica madre-hijo, vientre-protección, recinto-seguridad, etc.—. Otra vuelta de tuerca perfecciona este paso esencial y dota al embrión de una placenta —sistema alimenticio y cloacal a la vez— que inaugura el advenimiento de la infraclase **eutheria**. Entre los euterios se diversifican los órdenes y uno de ellos, **primata**, surgido hace unos 70 millones de años atrás, anuncia los caracteres que harán posible al hombre: prensilidad de manos y pies, extremidades delanteras versátiles, visión estereoscópica, pocas crías por parto —en ocasiones una sola—, larga y plástica infancia bajo la solícita asistencia materna, conducta social rica y compleja, cerebro grande y bien dotado.

Dentro del orden **primata** surge hace cosa de 40 millones de años el suborden **anthropoidea** el cual prepara en su seno a la superfamilia **hominioidea** donde se dibujará muy pronto la familia **hominidae** cuyos rasgos, a partir de 25 millones de años atrás, asumidos por nuestros antepasados inmediatos, echan a andar por las estepas africanas al género **homo** que abraza a los miembros extintos y actuales de la especie humana. Hace 4 millones de años el **Australopithecus afarensis** según algunos o el **Homo habilis**, según otros paleoantropólogos, encarna en los gráciles australopithecidos los rasgos que, luego de un oscuro período de forja y prue-

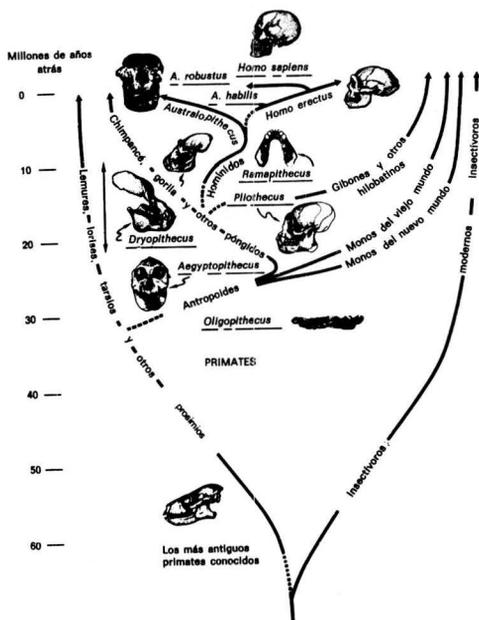


Fig. No. 28. Uno de los posibles árboles genealógicos de la especie humana, donde el **Australopithecus habilis** de L. Leakey desplaza el **Australopithecus afarensis** de D. Johanson.

(Según P. Cloud, 1978, quien se basó en los trabajos de L. Leakey, D.B. Pilbeam, E.L. Simons y I.M. Tattersall).

ba, hará humano al hombre: cráneo bien equilibrado sobre el atlas y el axis y **foramen magnum** alejado del plano de la nuca, masa encefálica en aumento que con el **Homo erectus** atravesará el "rubicón cerebral" de los 800 centímetros cúbicos, bipedismo, largas extremidades inferiores dotadas de fuertes pantorrillas y poderosos glúteos, pelvis en forma de cuenca por donde pasa el centro de gravedad del cuerpo, columna vertebral con curvaturas en la región lumbar y cervical. Pero además de todos estos rasgos físicos hay un camino de imposible reconstruc-

ción entre el **homo alalus** y el **homo loquens**, entre el **homo faber** y el **homo sapiens**, entre el **homo viator** y el **homo artifex**, entre el **homo economicus** y el **homo spiritualis**, entre el **homo eroticus** y el **homo symbolicus**, entre el **homo passionalis** y el **homo metaphysicus**: al final aparecería, hace 300.000 años, en el proyecto de los **presapiens** un germen que, luego de la noche del hielo y los neanderthales recesivos, florece plenamente en la apoteosis del abuelo Cromagnon. El hombre de Cromagnon —**Homo sapiens** surgido hace 40.000 años— constituye algo así como el Prometeo de la prehistoria; no es en el sedentario neolítico sino en la vívida llamarada del paleolítico superior —cráneos de 2.000 cmts<sup>2</sup>, cabeza altamente evolucionada gracias a lanzadardos, "catedrales" de la pintura rupestre, primer culto a la mujer expresado en la maciza esteatopigia de las Venus auriñacenses— donde debemos buscar el gran despegue de la condición humana.

El hombre, puente tendido entre el homínido y el humánido merced a la aparición de la cultura, deja de pertenecer al ecosistema del azar, la necesidad y el instinto y erige, guiado por la voluntad y la inteligencia, el antroposistema de la criatura que sabe que se va a morir y procura inmortalizarse con sus obras<sup>128</sup> (Fig. 29)

31. Así como la unidad estructurante de la hilosfera es el "campo unificado" del corpúsculo y la onda y la unidad autocatalítica de la biosfera es la célula, la persona humana es la unidad de la antroposfera. El individuo de la especie animal está supeditado a la noción contabilizable de su cuerpo y este cuerpo se relaciona metabólicamente con el ambiente externo;

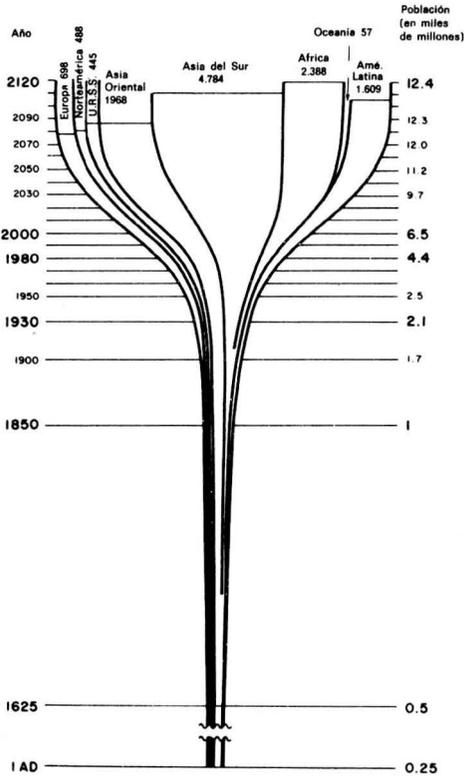


Fig. No. 29. La bomba de la población humana (y no la "explosión demográfica" pues la demografía, que es una ciencia, no explota. . .) ya no será temible luego de las distintas estabilizaciones regionales operadas a partir del año 2.000. (Según Naciones Unidas, en un gráfico de M.R. Biswas, 1976).

la persona humana, en tanto que portadora de valores, se vincula e interactúa con el mundo, o sea el escenario de los símbolos y las configuraciones espaciales con sentido. En el **pivot** de la persona humana se conjugan el yo moral, el ser social y la intimidad dialogante de la conciencia. La persona es, como decía Wolff, la memoria de sí misma, pero es también, como anota Mounier, la relación con el otro:

La persona es una existencia capaz de separarse de sí misma, de desprenderse, de descentrarse a fin de hacerse disponible para el otro<sup>129</sup>.

La comunicación y la educación conforman los umbrales dinámicos por donde ingresa la persona a los espacios significativos de la sociedad y la cultura que la declinan. La comunicación crea las funciones sociales y la incomunicación las disfunciones; la comunicación supone la coexistencia humana además de la coetaneidad. En la alteridad de la comunicación se afirma el valor de la persona, ya existencial, ya ontológicamente. Por su parte la educación tiende al paulatino desarrollo de las facultades de la persona, a su inserción en la sociedad y en la escala de valores que la rigen. La educación saca "hacia afuera" (*ducere*) los fundamentos del yo para que se socialicen y retornen a una enriquecida intimidad; es distinta y más completa, más "humanizadora" —si cabe el término—, que la instrucción. Educar es hacer comprender las pautas de la cultura, los fines últimos de la actividad y los "móviles" (Weil) que determinan la conducta de los *socii* en sus distintos papeles sociales. Educar es formar antes que informar; es enculturar con conciencia de dicha enculturación; es hacer apto al hombre para las funciones históricas que la sociedad y la clase determinan. En otros términos, y casi en lenguaje ecológico, educar es adaptar al nicho social para hacer posible la aceptación y a la vez la modelación de un "mundo". La educación, decía Althusser, es un aparato ideológico del Estado. En efecto, todo grupo social educa a sus miembros para que sean miembros "normales" del mismo. En algunas tribus de los contemporáneos pueblos pre-alfabetos la expulsión del

transgresor a las normas comúnmente acatadas lo despersonaliza, lo convierte en "un nadie" social, en una bestia en suma.

31. Las personas naturales que integran las sociedades están interrelacionadas mediante las leyes de juego convencionalmente establecidas por las culturas y las culturas de idéntico estilo, de cosmovisión semejante, se agrupan en civilizaciones, tal cual Durkheim y Mauss las entendían<sup>130</sup>.

En el modelo se diseñan con claridad los contenidos de los sistemas productivo e ideativo que biparten en dos hemisferios complementarios cada grupo social humano. Sería muy interesante pero excesivamente dilatorio entrar en los complejos mecanismos de la economía, la ideología y la concepción del mundo, todos vinculados con la fabricación y la percepción de los ambientes humanizados. (Fig. 30)

Lo que importa destacar en este párrafo es que la presencia de los hombres en el planeta Tierra supuso una revolución capital. Ya el largo proceso de biologización de la atmósfera, hidrósfera y litósfera había señalado distintas etapas dialécticas en la creación de ambientes dinámicos, cada vez más complejos a medida que se ascendía en la escala evolutiva hacia productos dotados de sistemas nerviosos más eficientes.

La llegada del hombre es casi imperceptible en la faz del ecumene hasta que en Chukutien aparece el Si-

## Densidad de población de la Tierra según alturas:

	h/km <sup>2</sup>
0 ... 1.000 m	27,0
1.000 ... 2.000 m	12,5
2.000 ... 3.000 m	10,0
3.000 ... 4.000 m	9,0
4.000 ... 5.000 m	0,7

## Densidad de población de la Tierra según la distancia al mar:

	h/km <sup>2</sup>
0 ... 50 km	45
50 ... 200 km	23
200 ... 500 km	17
500 ... 1.000 km	14
1.000 ... 1.500 km	10
A 1.500 km y más	4

Fig. No. 30. Densidades de población humana de acuerdo con las alturas y las distancias a los litorales marinos. (Según el Herder Lexicon Umwelt, 1973).

*nanthropus pekinensis*, cuyos hogares iluminan física y simbólicamente la tiniebla del paleolítico inferior. Luego, en el mesolítico estalla la revolución del arco y la flecha y cuatro o cinco milenios más tarde aparecen la agricultura y la ganadería.

A partir de este momento, casi simultáneo en el viejo y el nuevo mundo los paisajes terrestres registran la actividad geúrgica de sociedades humanas que construyen dispositivos ambientales a imagen y semejanza de su cultura en tanto que esta cultura asimila las influencias de un medio natural. El hombre se emancipa de los ecosistemas y comienza a fabricar tecnosistemas, agrosistemas,

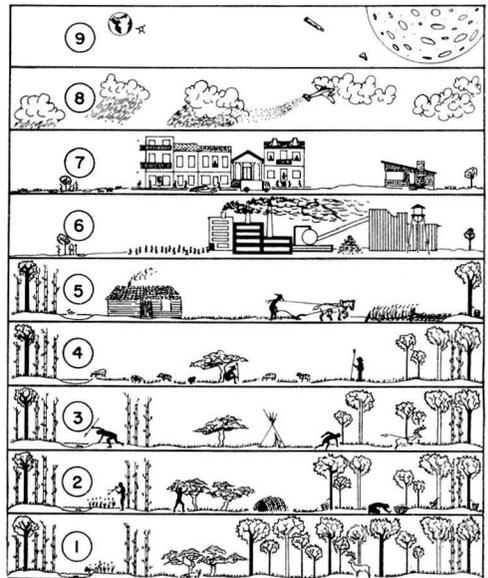


Fig. No. 31. Etapas de las relaciones del hombre economizante con el medio natural.

1, Tierras vírgenes; 2, recolección; 3, caza y pesca; 4, pastoreo; 5, agricultura; 6, industria; 7, urbanización; 8, control climático; 9, escapatoria exobiológica o extraterrestre. (Según P. Dansereau 1970.)

sociosistemas e ideosistemas pautados por las conquistas del trabajo humano, por el avasallamiento de la naturaleza, madre y enemiga a un tiempo, por la inteligencia que planea y el gobierno que ejecuta. (Fig. 32)

Dansereau, en un estudio publicado por la UNESCO <sup>131</sup> ha establecido una secuencia del "impacto humano" y su creciente efecto sobre los ecosistemas. A lo largo de nueve pasos temporales examina la progresión histórica que conduce desde las invioladas tierras vírgenes a la escapatoria exobiológica, a saber: tierras vírgenes recolección, caza y pesca, pastoralismo, agricultura, industria, urbanización, control climático y escasa notoria exobiológica. Cada fase es analizada con muchos detalles que, lamentablemente, no podemos ofrecer en esta circunstancia.

Del mismo modo es muy útil conocer los planteamientos de Ribeiro <sup>132</sup> acerca del proceso civilizatorio, cuyo esquema es el siguiente:

I — Las sociedades arcaicas (1, bandas móviles de recolectores de raíces y frutos, de cazadores y pescadores; 2, revolución agrícola —aldeas agrícolas indiferenciadas y hordas pastoriles nómades—; 3, revolución urbana —estados rurales artesanales y jefaturas pastoriles nómades—).

II — Las civilizaciones regionales (4, la revolución del regadío y los imperios teocráticos; 5, la revolución metalúrgica —imperios mercantiles esclavistas—; 6, la revolución pastoral —imperios despóticos salvacionistas—).

III — Las civilizaciones mundiales (7, la revolución mercantil —im-

perios mercantiles y colonialismo esclavista, el capitalismo mercantil y los colonialismos modernos—; 8, la revolución industrial —imperialismo industrial y colonialismo, la expansión socialista—).

IV — La civilización de la humanidad (9, la revolución termonuclear y las "sociedades futuras"). (Fig. 33)

Cada uno de estos complejos civilizatorios, que se iniciaron como islas humanizadas para ir, paulatinamente, abarcando toda la faz de la Tierra, tiene un acervo tecnológico peculiar y requiere al medio natural de distintas maneras. Los estudios paleoambientales sobre las civilizaciones antiguas señalan los acentos de las distintas "demandas ecológicas" en las áreas donde aquellas se asentaron. En tal sentido se han orientado los esfuerzos de muchos investigadores contemporáneos a los efectos de identificar los factores degradatorios del ambiente y las consecuencias, a menudo catastróficas, del mal manejo de la naturaleza <sup>133</sup>.

El incorrectamente denominado hombre "predador" vivía dentro del ecosistema y se ajustaba a sus pautas. El también erróneamente denominado hombre "productivo" —el pastor, el agricultor— comienza a desmontar formaciones arbóreas, a erosionar los suelos, a sembrar eriales. No es un productor sino más bien un destructor sistemático. Las civilizaciones, decía Chateaubriand, han estado precedidas por los bosques y son seguidas por los desiertos por ellas provocados. Recién en nuestros días se están divulgando las normas ecológicas y los principios agro-tecnológicos que podrán hacer posible los ansiados equilibrios con los medios

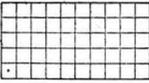
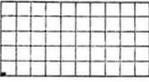
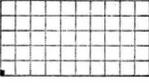
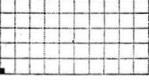
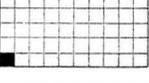
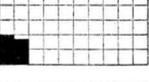
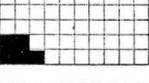
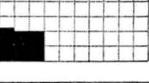
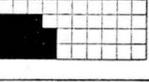
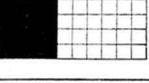
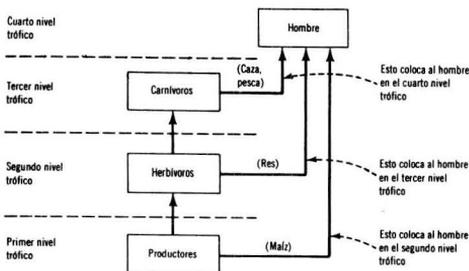
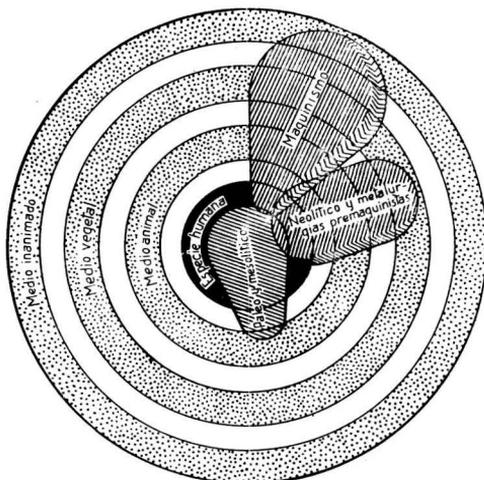
EDAD EN AÑOS	ESTADIO CULTURAL	SUPERFICIE HABITADA	DENSIDAD SUPUESTA POR KILOMETRO CUADRADO	POBLACION TOTAL (MILLONES)
1.000.000	PALEOLITICO INFERIOR		 0,00425	0,125
300.000	PALEOLITICO MEDIO		 0,012	1
25.000	PALEOLITICO SUPERIOR		 0,04	3,34
10.000	MESOLITICO		 0,04	5,32
6.000	PUEBLOS AGRICOLAS Y PRIMERAS CIUDADES		 1,0 0,04	86,5
2.000	PUEBLOS AGRICOLAS Y CIUDADES		 1,0	133
310	AGRICULTURA E INDUSTRIA		 3,7	545
210	AGRICULTURA E INDUSTRIA		 4,9	728
160	AGRICULTURA E INDUSTRIA		 6,2	906
60	AGRICULTURA E INDUSTRIA		 11,0	1.610
10	AGRICULTURA E INDUSTRIA		 16,4	2.400
2.000 d. C.	AGRICULTURA E INDUSTRIA		 46,0	6.270

Fig. No. 32. Secuencia histórica y dominios geográficos de la población humana mundial en los distintos estadios culturales. (Según E.S. Deevey, 1960).



**Fig. No. 33.** Ubicación de las sociedades humanas según los niveles tróficos. Las condiciones de explotación y dependencia del Tercer Mundo condenan a sus habitantes a ser consumidores de cereales (arroz, maíz, trigo) y tubérculos (ñames, mandioca, papas) al par que los habitantes de los países "desarrollados", donde el 18% de la población mundial acapara el 84% de los recursos de "una sola tierra", se sitúan en el nivel trófico privilegiado al consumir proteínas animales (carne de herbívoros, huevos, lactinios, etc.). (Según B. Sutton y P. Harmon, 1973).



**Fig. No. 34.** El sucesivo dominio de los medios naturales. La humanidad paleolítica desarrolla sus técnicas para el dominio del reino animal; durante el neolítico las extiende al reino vegetal; en la edad del maquinismo cubre los tres reinos: el animal, el vegetal y el mineral. (Según A. Varagnac, 1948).

naturales. Pero las soluciones no están en manos de la ciencia sino de la política. (Fig. 34)

### La tecnosfera

32. Antroposfera y tecnosfera van juntas como las caras de una misma moneda. La antroposfera tiene una doble vertiente: por un lado los hombres como individuos, como población, como número creciente —o decreciente, según los casos— de habitantes sobre la Tierra; por el otro, los hombres como seres socio-políticos, jerarquizados en grupos —tribus, clanes, clases, comunidades, estados— y dotados de cultura. Esta cultura, por su parte, tiene también una faz ideativa (valores, ideas, concepciones del mundo) que conforma lo habitualmente conocido como "cultura espiritual" y una faz objetiva, tridimensional, vinculada con el espacio paisajístico

o la dimensión reificada del diario vivir, que se denomina "cultura material".

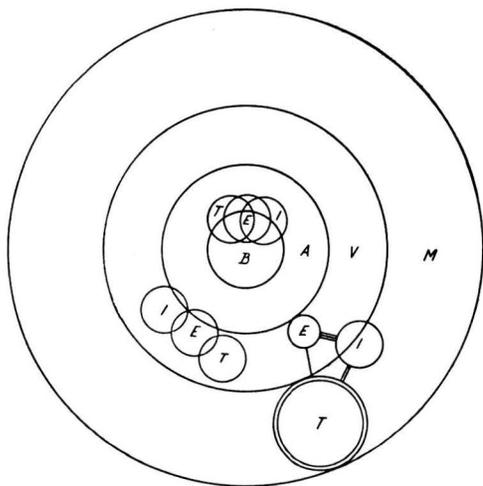
La tecnosfera, precisamente, está conformada por la faz visible de la cultura, por los precipitados materiales, por las modelaciones del espacio que, al sucederse en el tiempo, caracterizan los distintos estilos económicos, arquitectónicos, estéticos, etc. de las civilizaciones.

La tecnosfera, por una parte, está representada por la sucesión histórica de los paisajes, si se la considera cronológicamente, y por otra, ejemplifica sincrónicamente la diversidad de productos terminales superpuestos a la naturaleza o articulados con ella. También tiene que ver con los procesos, los instrumentos y las operaciones técnicas que actúan sobre la materia

para fabricar un repertorio de cosas, de objetos, de conchas o caparazones volumétricos, de contenidos proxémicos

basados en las transacciones de cultura con el espacio circundante.

El hombre sólo conquista el espacio dividiéndolo, organizándolo y atrayéndolo hacia sí, materializando sus subdivisiones 134.



**Fig. No. 35.** Situación de la cultura espiritual con relación a las instituciones sociales y a las técnicas de "dominio" de la naturaleza en las tres épocas señaladas en la figura No. 34. A, reino animal; V, reino vegetal; M, reino mineral; B, fundamentos biológicos de la especie humana; E, cultura espiritual; I, instituciones; T, técnicas. La "disociación" crítica de nuestra época entre cultura, técnicas e instituciones se ha señalado con un énfasis que ha sido explotado por algunas posiciones dogmáticas —el antitecnicismo "espiritualista"— y cuya atenuación se está operando en el campo de la cibernética. (Según A. Varagnac, 1948, modificado por D. Vidart, 1960).

El artefacto es la unidad estructurante de la tecnosfera y sus umbrales dinámicos están determinados por el trabajo humano —la mano que al tiempo de construir el decorado de un mundo le enseña a pensar y a escoger al cerebro, dado que "conciencia significa elección" (Bergson)— y el maquinismo de distintos tipos.

Entre el utensilio que prolonga la racionalidad cinética del ademán laboral humano, la herramienta que combina y funcionaliza a los utensilios, para trabajos especializados, las máquinas que introducen nuevos principios energéticos, logísticos y sociales, y los autómatas —desde los heurísticos a los cibernéticos—, existe una progresión que trasciende lo cuantitativo. En efecto, no solamente hay un proceso evolutivo interno que va de lo simple a lo complejo, de lo antropológico a lo mecánico, en tanto que lo mecánico es, según los antiguos griegos, "una treta para engañar a la **physis**, a la naturaleza", sino una transformación cualitativa relacionada con las modalidades sociales de la producción. Marx, en un pasaje ya clásico, expresa que

la gran industria debe apoderarse del medio de producción que le es característico, la máquina misma, y producir máquinas con máquinas. Sólo de esta forma creó la industria el propio abstracto tecnológico adecuado y comenzó a moverse por sí misma. Con el avance de la industria mecánica en las primeras décadas del siglo XIX, las máquinas fueron encargándose paulatinamente de la fabricación de las máquinas herramientas... Las máquinas revolucionan desde sus fundamentos la mediación formal de la relación capitalista, es decir, el contrato entre el obrero y el capitalista<sup>135</sup>.

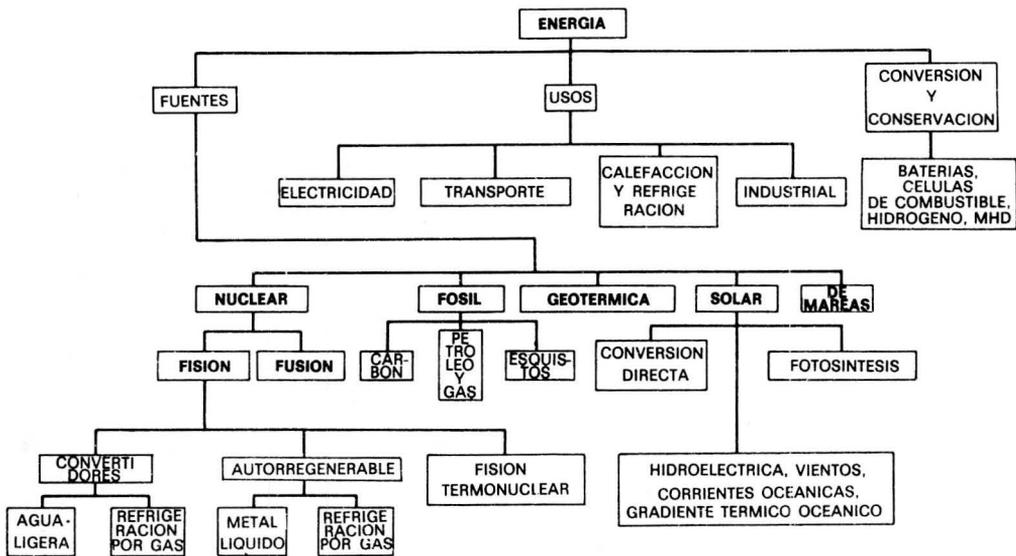


Fig. No. 36. Principales elementos de las fuentes de energía naturales y tecnógenas. (Según P. Cloud, 1976).

La tecnosfera es el trabajo humano congelado, la actividad maquinista visible en los paisajes, el juego de los volúmenes elaborados por cada cultura. El repertorio objetual, el mobiliario doméstico, la vivienda y sus ambientes, la ciudad, el complejo fabril, los campos agrícolas, los caminos, los transportes, las organizaciones económicas o simbólicas del espacio: todos estos productos terminales, materializados, son hijos de las técnicas que actúan en el reino de la extensión, en la proyección objetivante de las necesidades humanas.

El papel de la tecnosfera en la fabricación de una segunda naturaleza,

la de las intermediaciones culturales y biológicas entre el humano y el homínido, había sido relativamente pasivo hasta la aparición de la cibernética y sus desarrollos actuales.

La cibernética es la responsable de la deriva lenta pero segura de la tecnosfera hacia el punto omega —que nada tiene que ver con el de Teilhard de Chardin—, centro común de la hilosfera, biosfera y antroposfera. El cerebro humano, la obra más refinada de la evolución somática y psíquica en nuestro planeta, es todavía el más insigne monumento de la **natura naturata**. Pero los cerebros electrónicos, **bits** mediante, avanzan a paso de carga:

Guardémonos, por lo tanto, de pensar que la máquina sabrá únicamente lo que el hombre haya querido poner en ella. Esto apenas era verdad en las primeras máquinas, pero es completamente falso en las más recientes.

La materia sabe **prevenirse por sí misma** y lo sabe mejor que el hombre. Puesta la máquina en condiciones de aprendizaje sus movimientos aventajan a los del cerebro humano que, a pesar de todo, no es más que una máquina entre tantas, mejores o peores... Para todo lo referente al objetivo... el hombre es único; en esto la máquina no puede hacer nada. Pero, en cambio, para todo lo que concierne al pensamiento regulado hacia un objetivo señalado de antemano, la máquina es mejor, está más informada y mejor capacitada 136

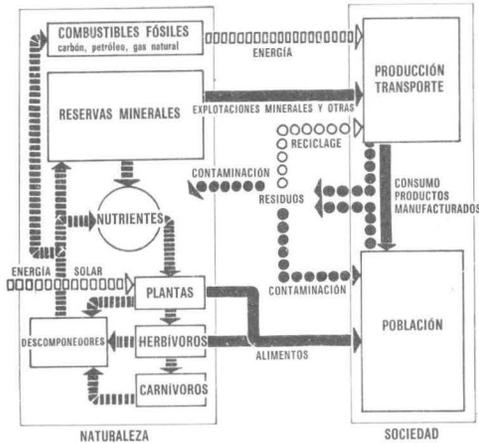


Fig. No. 37. Interrelaciones entre sociedades humanas (antroposfera, demofera, tecnosfera) y naturaleza (geosfera, biosfera).

La alimentación se basa en los agrosistemas y los residuos producidos por las actividades biológicas y socioeconómicas de la antroposfera (degradación antrópica) contaminan el medio natural y el medio humano. (Según J. Terradas, 1979).

Las técnicas para actuar sobre la materia y la energía, las técnicas para encauzar la información y purgarla cada vez más minuciosamente del "ruido", las técnicas procesales para obtener productos finales —en la dimensión manual, doméstica, urbana o paisajística— son, por cierto, más antiguas que la cibernética. Pero ninguna de ellas escapará a la intrusión de los "timoneles", los servomecanismos, la homeostasis autocorrectora,

es decir, la lucha contra la segunda ley de la termodinámica —que pide a gritos una reformulación— impuesta por la retroacción (no pensante, únicamente basada en las órdenes) de **mecanismos eficaces y no inteligentes**. La "acción eficaz" (Couffignal) desplaza a la mente creativa, y todo indica que el ritmo binario de este tipo de máquinas behavioristas sustituirá en el campo de las decisiones el flujo primario de pasión, interés y marrullería del capricho humano al cual, a falta de otro calificativo histórico, llamamos pensamiento.

La tecnosfera, en sus aspectos organizativos, culmina la marcha neuentrópica iniciada por la etapa hilemórfica, en la cual la energía da forma, coherencia y función a la materia. Vienen luego las etapas del metabolismo homeostático de la biosfera, de la inteligencia, la planeación y el gobierno en la antroposfera —o mejor la Noosfera si recurrimos a la denominación de Teilhard de Chardin—, y de la mecanización y la informática en el universo de las máquinas.

Pero la tecnosfera, así como recibe energía, también la degrada. De este modo contribuye a la intensidad creciente de los procesos entrópicos, desorganizativos, impuestos en las distintas esferas por los factores contaminantes, degradatorios, que perturbaban los respectivos ambientes. Las



De tal modo, todo el globo terrestre registra los impactos de las técnicas y tecnologías agrícolas y urbanas, fabriles y viales que gravan cada vez más a los medios receptores: agua, aire, suelo y organismos vivientes, donde sin posible escapatoria figuran los organismos humanos. La revolución del carbón y del vapor nacida el siglo XVIII, la eléctrica de fines del siglo XIX, la del motor a explosión de principios del siglo XX, la atómica de mediados del siglo XX, la carboquímica y la petroquímica y su secuela de productos plásticos, etc., han precipitado en los paisajes mundiales, en los ecosistemas, en el metabolismo del cuerpo humano, una serie de graves alteraciones e impredecibles procesos destructivos.

La cibernética está tendiendo puentes entre la antroposfera, donde el **ciborg** es ya un hecho de consecuencias extraordinarias<sup>137</sup>, y la tecnosfera, donde los cerebros artificiales y el tipo de operaciones—no pensamientos—por ellos acometidas revelan los anticipos de una nueva civilización donde la **poiesis**, de ser conjurado el peligro de la guerra total, constituirá el núcleo ético y estético de la vocación humana.

Una tecnosfera en constante crecimiento no implica, pues, el presagio de la aniquilación del hombre sino la corroboración de la energía e inventiva antrópicas que reserva a los **robots** los **dirty jobs** para reclamar su verdadero reino: una cultura ecuménica y liberadora.

El hombre comienza a ser tal, según la opinión autorizada de los paleoantropólogos, cuando junto con los remotos fósiles de homínidos aparecen artefactos intencionalmente ma-

nufacturados, cuyo "estilo" se transmite a lo largo del tiempo y a lo ancho de renovadas generaciones de artesanos. Los lejanísimos testimonios de la **pebble culture** revelados por los Leakey<sup>138</sup> y de la posible industria **osteodontoquerática** supuesta por Dart<sup>139</sup>, nos induce a pensar que hace más de tres millones de años existía ya una actividad tecnoantrópica que, luego de los espectaculares avances obtenidos en los tres últimos siglos, es hoy confirmada por los logros de un amplio espectro que va desde las naves espaciales a los aceleradores de partículas.

Hombre y técnica nacen juntos. El aparente conflicto entre hombre y técnica denunciado por una campaña farisaica, las valoraciones peyorativas acerca de la "barbarie tecnológica" o los excesos "deshumanizantes" del maquinismo, y el encubierto **luddismo** de los propagandistas de la "hermosura de lo pequeño"<sup>140</sup>, responden a un planteamiento equivocado. (Fig. 39)

Estructura de la atmósfera terrestre

Altura en km	Capas	Temperatura en ° Kelvin	Estado de mezcla	Componentes característicos
18.500	Cinturón de radiac. ext.			Electrones
8.500	Cinturón de radiac. int.			Protones
2.000		Exosfera	Heterosfera (masa molecular media variable)	Electrones
> 800		1.500-2.000° Termosfera		Hidrógeno atómico Nitrógeno Electrones Oxígeno N + N → N <sub>2</sub> O + O → O <sub>2</sub>
500	Ionosfera Capa F Capa E			
100		Mesopausa 130-150°		
85	Capa D	Mesosfera Estratopausa 270-290°	Homosfera (masa molecular, constante)	O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
50				
17	Capa de ozono	Estratosfera Tropopausa 190-220°		
10	Ambito de las corrientes radiadas	Troposfera Capa limite 270°-300°		
7				
< 1				

Fig. No. 39. Estructura de la atmósfera terrestre. La escala Kelvin coloca el cero absoluto (-273°) al comienzo del conteo y lo convierte en 0°. De este modo el 0° de la escala Reamur (centígrados), usual entre nosotros, equivale a los 273° K. (Según el Herder Lexicon Umwelt, 1973).

Los desajustes civilizatorios no operan en el nivel hombre-máquina sino en el nivel hombre-hombre. Sólo será posible mantener buenas relaciones con la naturaleza y conquistar una unánime calidad de la vida si antes se racionalizan las relaciones económicas y morales entre los integrantes nacionales e internacionales de las comunidades humanas. La entropía provocada por el conflicto —clásica, racista, chauvinista, imperialista— entre las naciones se refleja en la degradación galopante de la biosfera y en las desmesuras de un armamentismo orientado hacia el exterminio de los pueblos.

Consecuentemente, las causas reales de la contaminación ambiental —ya la de la riqueza, ya la de la pobreza— y del saqueo de los recursos del Tercer Mundo no deben buscarse en el “exceso” de ciencia ni en la “eficacia” del maquinismo sino en las patologías sociales heredadas del pasado: el poder avasallante, las injusticias de los privilegiados, la explotación de los débiles. Piénsese, si no, cómo las arcaicas estructuras agrarias colombianas expulsan a los agricultores minifundistas desde el área andina hacia el oriente amazónico donde extinguen la fauna, derriban la selva, erosionan el suelo, se hacinan en ranchos insalubres y se convierten, al fin, en tambochas humanas que, para sobrevivir, acaban con los ecosistemas frágiles y los mentidos paraísos fronterizos. En el otro extremo, con distinto signo económico e idénticas consecuencias para el

medio natural, las transnacionales —Texas Ranch, Mitsubishi, Volkswagen, Liquigas— desmontan y desertizan la Amazonía brasileña.

En nuestros días, lúcidos sectores del mundo desarrollado y del mundo en “vía de desarrollo” que, en puridad, se halla en un proceso de “enrollamiento”, han salido a la búsqueda de una alianza racional entre los hombres para suscribir un nuevo pacto con la naturaleza. Se habla de otros estilos de desarrollo económico, de otras pautas de convivencia social, de otros acuerdos, más equitativos, entre las naciones para salvar a la Tierra del ecocidio y a la humanidad del inminente genocidio. En definitiva, se trata de construir una antropósfera y una tecnósfera en armonía con la biosfera y la geosfera.

Estas conclusiones, de aliento normativo, no surgen directamente de la interpretación científica del modelo-objeto pero están implícitas en una “lectura” filosófica del mismo. En el ámbito de los pensamientos y comportamientos humanos no existe la **objetividad pura**, desasida del sujeto pensante y actuante en una determinada circunstancia socio-cultural, sino compromiso, externalizado o íntimo, con determinados proyectos históricos. Este proyecto, en nuestro caso, puede resumirse diciendo que sólo será posible establecer relaciones armónicas con la naturaleza si previamente se racionalizan y armonizan las relaciones entre los hombres.

## NOTAS

1. El Club de Roma, asociación de empresarios, científicos y hombres de gobierno, nacida en 1968, cuya trayectoria ha sido a

la vez muy alabada y seriamente cuestionada, encargó a Denis Meadows y colaboradores del M. I. T. la confección de un “mode-

lo mundial" para diagnosticar la capacidad de supervivencia de una creciente población dedicada a esquilmar, sin freno ni previsión, los recursos naturales —e inelásticos— de una tierra finita. Dicho modelo, extrapola las tendencias del mundo donde fue concebido, o sea el de los EE.UU., cuya economía, sociedad y axiología se reflejan en las "predicciones" de **Limits to Growth**, 1972. El libro está publicado en español (**Los límites del crecimiento**, F. C. E., México, 1972) y su lectura analítica —y crítica— resulta ineludible.

2. La controversia mundial surgida a raíz del modelo del M. I. T. ha sido compilada por W. L. Oltremans, **Debate sobre el crecimiento**, F. C. E., México, 1975. En ella se encontrarán interesantes reflexiones de eminentes científicos acerca del papel de la computación obligada a "pensar" un futuro con base en una programación subrepticamente ideologizada.

3. El neutralismo imanentista de Ernst Mach (1838-1916), basado en el dato fenoménico, sustituye la noción de sustancia por la de función y, en cierto sentido, por la de sensación. Mach es un berkeleyano que adereza su idealismo con un científicismo pragmático que, al ser aceptado por Bogdanov, provocó la ira de Lenin, cuyo famoso estudio, **Materialismo y empiriocriticismo** (varias ediciones en español) es ampliamente conocido.

4. El Círculo de Viena estaba constituido por un grupo de pensadores reunidos alrededor de Moritz Schlick al principio de los años veinte. Los llegados del campo científico y lógico-matemático fueron K. Gödel, H. Hahn, Ph. Frank, y K. Menger. Del campo filosófico vinieron, entre otros, O. Neurath, R. Carnap, V. Kraft, H. Feigl y F. Waisman. Hacia el año 1929 se publicó el manifiesto **La visión científica del Círculo de Viena** donde se definía la esfera de sus intereses y su ubicación en el proceso del pensamien-

to filosófico. Si bien la propia tradición vienesa lo vinculaba con figuras domésticas de la talla de E. Mach y L. Boltzmann, se reconocían antecedentes significativos en Hume, la Ilustración Francesa, Comte, Mill y Avenarius. En cuanto a los contemporáneos, el manifiesto señalaba el impacto intelectual de A. Einstein, B. Russell y L. Wittgenstein. Un resumen muy compendiado de la tendencia surge de esta frase de A. J. Ayer: "Las proposiciones filosóficas no son fácticas sino lingüísticas, es decir, no describen el comportamiento de objetos físicos, ni siquiera psíquicos: expresan definiciones o consecuencias formales de definiciones. Por lo tanto podemos afirmar que la filosofía es una rama de la lógica". (**Language, Truth and Logic**, Gollancz, London, 1936). Un buen panorama antológico de los integrantes del **Wiener Kreis** ha sido compilado y prologado por el propio Ayer: **Logical Positivism**, The Free Press of Glencoe, Chicago, 1959 [**El Positivismo Lógico**, F. C. E., México, 1965].

5. La filosofía analítica o el análisis **tout court** no constituye una escuela sino una tendencia, una actitud filosófica. Su interés por los conceptos —más allá de las palabras que los expresan— no ha podido evitar que el análisis filosófico se haya convertido, a la postre, en un análisis lingüístico. Tanto los "formalistas" como los "lingüistas" —tendencias que representa el "primer" y el "segundo" Wittgenstein— procuran depurar a la filosofía de la "metafísica" o sea dejarla sin tareas a la vista, liquidarla en suma. Existen en español dos estimables panoramas sobre el análisis: J. Muguerza, **La concepción analítica de la filosofía** (2 t.), Alianza, Madrid, 1974. y J. Ferrater Mora, **Cambio de marcha en filosofía**, Alianza, Madrid, 1974.

6. Una provocativa crítica de la filosofía lingüística puede hallarse en C. W. K. Mundle, **A Critique of Linguistic Philosophy**, Oxford University Press, 1970 [Una crítica de la filosofía lingüística, F. C. E., México,

1975]. La segunda parte del libro está consagrada a la filosofía —¿se la puede llamar así?— de L. Wittgenstein. Para los lectores primerizos de este autor recomiendo la útil ordenación de G. Brand, **Die grundlegenden Texte von Ludwig Wittgenstein**. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1975 [Los textos fundamentales de Ludwig Wittgenstein, Alianza, Madrid, 1981].

7. Sobre los orígenes de la ciencia griega ver S. Sambursky, **The Physical World of the Greeks**, Routledge and Kegan, London, 1955; A. Rey, **La jeunesse de la science grecque**, A. Michel, Paris, 1944 [La juventud de la ciencia griega, UTEHA, México, 1961]. Un punto de vista inspirado en el materialismo histórico es el de J. D. Bernal, **Science in History**, C. A. Watts and Co., London, 1965 [versiones españolas en Península, Barcelona, y U.N.A.M., México]. Mantiene su vigencia y atractivo la obra de G. Sarton, **A. History of Science. Ancient Science though the Golden Age of Greece**, Harvard University Press, Cambridge, 1952 [Historia de la ciencia (4 t.), EUDEBA, B. Aires, 1965, tº 1º].

8. Durante la Edad Media la investigación olía a lámpara. No se investigaba **out door** sino que se seguía fielmente el pensamiento de las "autoridades" consagradas mediante la lectura de sus libros reproducidos por los copistas en malolientes pergaminos. Investigar, por lo tanto, era ir tras las huellas filosóficas y/o teológicas de Aristóteles, de los doctores "angélicos", "seráficos" o "sutiles". Rogerio Bacon (1214?-1294) fue una **rara avis**, un escándalo intelectual entre sus contemporáneos.

9. R. Taton, **Causalités et accidents de la découverte scientifique**, Masson, Paris, 1955 [Causalidad y accidentalidad de los descubrimientos científicos, Labor, Barcelona, 1967], ofrece interesantes ejemplos al respecto; ver especialmente las páginas dedicadas a Fleming y la penicilina.

10. Este sería el sentido primario, Inicial, de logos, según M. Heidegger, **Logos**, 1944. Dicho artículo, que es un resumen de un curso sobre lógica, constituye un capítulo de **Vortrage und Aufsätze**, G. Neske, Pfullingen, 1954.

11. Las relaciones entre fenómeno y hecho han sido muy cuidadosamente analizadas en A. Lalande, **Vocabulaire technique et critique de la Philosophie**, Presses Universitaires de France, Paris, varias ediciones, de las cuales he consultado la de 1951, o sea la sexta.

El fenómeno es distinto al hecho y distinto también a la esencia, aunque existe un juego fenómeno-esencia finamente estudiado por K. Kosik, **Dialéctica de lo concreto** Grijalbo, México, 1967. El **phainomenon** es lo visible, lo que aparece ante los sentidos. En tanto que deriva de **Phos, photos**, el fenómeno máximo es **Ta Phainomena**, el magno espectáculo del cielo estrellado (que, empero, oculta más de lo que muestra). Pero el fenómeno, en la vida cotidiana, no es solamente el aparecer; es el aparecer que ciega, que impide ver más allá de su inmediatez flagrante, deslumbradora. La esencia queda escondida y no siempre se pone de manifiesto, aunque "se salven los fenómenos" (**sozein ta phainomena**) o sea las apariencias. Como decía Leibniz, "todas las hipótesis se hacen expresamente, y todos los sistemas surgen **a posteriori**, para salvar los fenómenos o apariencias". La concepción husserliana del fenómeno es completamente distinta a tal punto que lo oculto es el fenómeno, al cual hay que liberarlo de teorías e hipótesis. E. Husserl, **Méditations Cartésiennes**, A. Colin, Paris, 1931 (Existe una buena versión de J. Gaos en F. C. E., México, 1942).

12. El hecho es un fragmento de la realidad o "un suceso real individual" (J. K. Feibleman) cuyo fundamento es el principio de causalidad. El hecho interpreta y depura

al fenómeno; "hace parte de las cosas tal cual ellas son" (J. Lachelier). En tal sentido el hecho surge a raíz de la intervención intelectual del científico. Un hecho no es nada en sí mismo, decía C. Bernard: vale solamente por la idea con que se relaciona o con la prueba que ofrece. Kant se había anticipado —luego de las tentativas de Hobbes, Hume y Leibniz— a la ciencia experimental del siglo XIX al expresar en la **Crítica del Juicio**, 1790, que los hechos son los objetos de los conceptos cuya realidad objetiva puede probarse. En la actualidad hecho y razón, separados por la filosofía del siglo XVIII, vuelven a unirse: el hecho científico representa, precisamente, dicha alianza. L. Boisse resume con claridad tal posición: "Sería un grave error creer que un **hecho** pueda estar constituido por un **dato de la experiencia**. El hecho es menos una comprobación que una construcción del espíritu. Rigurosamente hablando los hechos no existen **totalmente hechos** en la naturaleza como los vestidos en una casa de confección, y el papel del científico no es el de llamarlos ante sí según las necesidades de su disciplina sino más bien el de crearlos de alguna manera aislándolos abstractivamente del complejo del cual forman parte". Finalmente digamos que un sector de la filosofía contemporánea (Husserl, Heidegger, Wittgenstein, Carnap, etc.) ha acentuado la aproximación entre hecho y razón. La relación entre el "hecho atómico" y el conjunto de cosas que lo configuran ha sido elaborado por Wittgenstein. Es muy sugestiva, aunque errónea, la relación que establece C. Ranzoli entre hecho y cosa al margen del cronotopo, es decir, atendido a los conceptos de espacio y tiempo del mesocosmos sensible: "En la concepción común del universo, las cosas constituyen el aspecto estático y los hechos el aspecto dinámico; para el filósofo los dos se confunden en la realidad única del devenir: la **cosa** es el **hecho** en tanto que lo inmovilizamos abstractando las relaciones de sucesión; el **hecho** es la **cosa** en tanto que la pensamos como transformándose".

13. ¿Realidad en sí —autonomía— o realidad para quién la percibe —relación con el sujeto cognoscente—? ¿Realidad de la esencia, realidad de la existencia, o de la mera conciencia? ¿Realidad conforme al modo de ser —**physis** en su más entrañable etimología— de las cosas, o realidad en cuanto su exterioridad a la mente humana que la capta? ¿Realidad última de la **Natura naturans**, donde coinciden esencia y existencia, o realidad aleatoria, contingente, actual, representada por la fugacidad e imperfección evolutivas de la **natura naturata**?

En tal sentido C. F. Gethmahn, en **Conceptos fundamentales de filosofía**, tº 3º, Herder, Barcelona, 1979, artículo Realidad, pp. 240-261, expresa: "...bajo el problema de la realidad se entiende la pregunta de si los objetos del conocimiento, del querer y del obrar humanos tienen un 'en sí' con independencia de su manera de presentarse en la conciencia; y además la cuestión de que manera están dados para nosotros tales objetos existentes en sí y cómo llegamos a ellos. El concepto de 'real' se usa en este contexto en contraposición con 'ideal' o 'fantasmagórico', pero no en contraposición con 'posible' (como en la ontología) o 'nominal' (como en la filosofía del lenguaje o en la teoría de los universales)".

Para el científico la realidad entronca con el concepto kantiano: lo real deriva de las condiciones materiales de la experiencia. Pero la simple experiencia fenoménica no basta: el conocimiento no es un "reflejo" del fenómeno en la mente del observador. Hay que buscar la esencia que subyace bajo el fenómeno, y descubrirla equivale en cierto sentido a construirla. Lo real construido, **terminus a quo**, de algún modo se opone a lo real dado, **terminus a quem**, si se aceptan estas expresiones relacionadas con el punto de partida y el punto de llegada de un móvil que se desplaza o de un lapso que transcurre.

Resta aún una referencia a los números reales, es decir aquellos que, siendo racionales o irracionales, pueden representarse por una determinada longitud específica que se toma sobre una recta a partir de un punto de origen. A los números reales se oponen los imaginarios. La realidad o irrealidad de los números es de naturaleza distinta a la de los objetos sensibles.

14. La esencia de una cosa (*essentia* en latín, *ousía* en griego) es su ser fundamental, su pulpa ontológica contrapuesta —según algunos— a y relacionada —según otros— con la cambiante epidermis fenoménica, o sea los accidentes de la exterioridad sensible. Una tercera orientación separa o relaciona a la esencia con la propia existencia de la cosa.

Sea como fuere, se entiende que la esencia es lo permanente, lo que persevera bajo las cambiantes apariencias: "El pensamiento que destruye la pseudoconcreción para alcanzar lo concreto es, al mismo tiempo, un proceso en el curso del cual bajo el mundo de las apariencias se revela el mundo real; tras la apariencia externa del fenómeno se descubre la ley del fenómeno, la esencia" (Kosik).

Las reflexiones sobre la esencia florecen en la época clásica griega y conmueven el edificio de la filosofía medieval europea. Nietzsche, sin embargo, desestimó la querrela por la esencia como una desviación subjetivista, cuando no como una construcción anacrónica.

No obstante, el tema de la esencia y sus relaciones con la existencia y el fenómeno no se ha agotado. Las esencias, para los fenomenólogos —Husserl y sus seguidores— son unidades ideales de significación que se apartan tanto de las realidades abstractas de la metafísica como de las acuñaciones mentales de los conceptos. Sin embargo las esencias no son abstractas sino

concretas, y en esto hay coincidencia con la izquierda hegeliana y algunos marxistas contemporáneos.

Ciertos positivistas lógicos (Schlick) sostienen que hay **una sola realidad** y por lo tanto es incorrecto separar la esfera de la esencia del mundo de los hechos (¿o de los fenómenos?). Por su parte, Zubiri confiere a la esencia la misión de estructurar la realidad, no de especificarla. La esencia no es el carozo de la realidad dentro de la pulpa de la cosa; es la propia cosa en tanto que cosa real.

El existencialismo procuró extender un certificado de defunción a las discusiones sobre la esencia, a las que consideró arcaizantes, en particular luego de los trágicos sucesos de la segunda guerra mundial. Por su parte, el "segundo" Wittgenstein rechaza la "infección esencialista" del «platonismo subyacente en el lenguaje» olvidando —¿lo supo alguna vez?— que la gran pelea por las esencias la dieron los escolásticos de las escuelas de Santo Tomás y de Suárez, es decir, la gente aristotélica.

Finalmente son muy curiosas las connotaciones clasistas que Max Scheler atribuyó al esencialismo en tanto que ideología de los estratos dominantes y por ello tradicionalistas, propietaristas y autoritarios.

15. Para la relación existente entre filosofía y magia en el Renacimiento ver P. O. Kristeller, **Eight Philosophers of the Italian Renaissance**, Stanford University Press, 1964. **Ocho filósofos del renacimiento italiano**, F. C. E., México, 1970]. De E. Garin conviene consultar **La revolución cultural del Renacimiento**, Crítica, Barcelona, 1981, Cap. VI, Magia y astrología en el renacimiento, y **Lo zodiaco della vita. La polemica sull'astrologia dal Trecento al Cinquecento**, Laterza, Bari, 1976. Conserva aún su valor de obra básica la investigación de L. Thorndike, **A History of Magic and Experimental Science**. Macmillan, N. York, 1923-1958 (8 tomos).

16. Invención deriva del latín **invenire**, que equivale a tropezar con algo o alguien. En su origen el término significó descubrir, encontrar un objeto existente pero no conocido y así, en un plano epistemológico, lo confirma L. Brunschvicg: "la especificidad de la ciencia consiste en que en ella la invención se hace descubrimiento merced a un proceso intelectual de verificación' (*L'idealisme contemporain*, París, 1905).

17. Para E. Husserl (1859-1938) la conciencia de las cosas encaja como los hemisferios de Magdeburgo: la **noesis** es el correspondiente al sujeto cognoscente y el **noema** el correspondiente al objeto conocido.

El acto de la conciencia humana de las cosas, dependiente de la percepción de las mismas, no puede entenderse sin la contraprestación de la realidad percibida que, de este modo, revela su ser-para-el-hombre. **Noesis** en griego significa un "ver que discierne", un ver intellegible, antes que inteligible, un pensar que se mete dentro de las cosas y las intuye. **Noema** quiere decir pensamiento en cuanto objeto del pensar, en cuanto cosa pensada. L. Robberechts dice al respecto: «La **noesis**, o lado noético de lo vivido por la conciencia, es la presencia activa del sujeto en la elaboración de una percepción, en la constitución de un significado; el yo es a un tiempo receptor y dador de un solo y mismo movimiento. El **noema**, o lado noemático de lo vivido, es el resultado de la actividad dialogante de la **noesis**: el objeto o sentido constituidos, considerados en su dependencia esencial con relación al acto

constituyente. Que **noesis** y **noema** sean indisociables y se compenetren es la evidencia misma y la esencia de la intencionalidad" (Husserl, Presses Universitaires de France, París, 1964; traducción española en F. C. E., México, 1968). Acerca de la "intencionalidad" y la "reducción fenomenológica" conviene ir a las fuentes: E. Husserl, **Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica**, F. C. E., México, 1962.

18. G. Frege, **Grundgesetze der Arithmetik. Begriffsschriftlich abgeleitet**, Jena, 1893-1903, (2 tomos). Esta obra fundamental ha sido reeditada hace pocos años. Sobre la importancia de Frege en el desarrollo de la lógica ver I. M. Bochenski, **Formale Logic**, K. Aber, Friburg-München, 1962 [**Lógica Formal**, Gredos, Madrid, 1965] y E. Agazzi, **La lógica simbólica**, La Scuola Editrice, Brescia, 1964 [**La lógica simbólica**, Herder, Barcelona, 1967]. Contiene interesantes datos el libro de W. C. and M. Kneale, **The development of logic**, Oxford University Press, 1962 [**El desarrollo de la lógica**, Tecnos, Madrid, 1966].

19. Los niveles de la realidad y del conocimiento de la misma están correlacionados con los distintos sistemas de aprehensión y profundización cognitivas con que cuenta el sujeto. El proceso cognoscitivo, donde **noema** y **noesis** se determinan recíprocamente, por no decir dialécticamente, puede ser representado por un esquema que, con todas sus imperfecciones y simplificaciones, puede servir para dar una idea de los distintos niveles:

**Esfera del sujeto**

4º) Nivel intuicional

3º) Nivel conceptual

2º) Nivel perceptual

1º) Nivel sensorial



**Esfera del objeto**

4) SER

3) CONSISTIR

2) EXISTIR

1) APARECER

El nivel más bajo, o sea el sensorial, está fundamentado en el registro de los sentidos que captan los elementos constitutivos del aparecer fenoménico. Los sentidos "no se engañan" (Kant): recogen, detectan, informan en suma. La tarea de juzgar dicha información —y de engañarse o acertar acerca del contenido de la misma— queda reservada al entendimiento. Si en vez de atender la receptividad sensible del sujeto se desplaza el acento hacia la emisión del objeto, las sensaciones se convierten en "los movimientos de las cosas" (Descartes) o en los "signos de las cosas" (Helmholtz, 1894). Condillac, en el **Tratado de las sensaciones**, 1754, suponía, que la sensación era el elemento irreductible, último, del conocimiento, y que éste brotaba a partir de las elaboraciones y "transformaciones" de aquella.

Hoy el rango psíquico de la sensación ha sido descalificado. Pero los sentidos, quiérase o no, siguen siendo las puertas de entrada del **input** con que el ambiente-mundo o mundo-ambiente se manifiesta en el hombre, por impuros e imperfectos que sean sus "sensores" inmediatos, o sea los mecanismos fisiológicos de captación sensible de la realidad empírica.

El segundo nivel, el perceptual (**percipio**, de **percipere**, significa en latín tomar posesión de algo), revela una operación más compleja y acabada que la del simple registro pues sistematiza e interpreta los estímulos. Para San Agustín la percepción era una suerte de conocimiento experimental y así también lo entendía Kant al expresar que la percepción consiste en una representación con conciencia, o, mejor, en una "conciencia empírica". Brentano (1911) coloca a la percepción en el camino que lleva hacia el juicio y su discípulo Husserl la hace apta para "aprehender" el objeto. El fenómeno está ya en vías de convertirse en hecho y tras la apariencia se revela un tipo específico de existencia (no la existencia en sentido trascendente).

El tercer nivel, luego de escalados el sensorial y el preceptual, es el conceptual. El concepto (der latín **concepire**) se opone a la percepción como lo construido se opone a lo dado. El concepto es "el medio de la intelección" (Maritain); por consiguiente el nivel conceptual llega a la esencia de las cosas, como lo sostenía la filosofía clásica griega (hay que ponerse antes de acuerdo sobre las correspondencias sinonímicas de **logos**, **ousia** y **eidosis**, lo cual no es fácil). Del mismo modo proceden Santo Tomás de Aquino, cuando advierte que "el concepto penetra en el interior de la cosa" y Hegel, tan lejano al tomismo, cuando lo considera como la expresión del "ser en sí". De este modo, merced al concepto, al mero existir se le agrega la nota definitoria del consistir.

El cuarto y último nivel es el intuitivo. Intuición es ver (**tueri**) por dentro (**in**), contemplar de inmediato sin procesos ópticos ni discursivos, la intimidad de la cosa (**Ding as sich**) en una especie de esclarecimiento que opera de modo recíproco entre mentecosa y cosa-mente.

Se distinguen varios tipos de intuición: la sensible, la racional y la intelectual. La intuición intelectual capta el **ser mismo**, prescindiendo de la instancia fenoménica de la intuición sensible y la instancia taxonómica y relacionadora de la intuición racional. El **noumeno** (de **nous**, mente en griego) no pertenece a la cosa sino a la conciencia que la atrapa en un solo brinco. El ser de la cosa se entrega directamente y es captado del mismo modo. Pero dicha captura se opera por el pensamiento y no por el conocimiento: la intuición obra entonces como una mirada súbita de la conciencia que se dispara al interior mismo de la realidad —o del yo, según los casos—.

20. La teoría, como explican los diccionarios etimológicos, es la acción de observar y el espectáculo observado. Teoría es un desfile solemne y hermoso a un tiempo; es también una fila de cosas (estatuas) o

personas (sacerdotes, dignatarios) de tal modo ordenada que produce una honda, y a la vez grata, impresión en el espíritu del espectador. Pero los significados iniciales están más lejos aún y hay que remontar el tiempo y el espacio —sagrados, como corresponde— para encontrarlos. En tal sentido me ha parecido muy acertado y completo el análisis del erudito helenista colombiano J. Lorite Mena, que reproduzco textualmente: "**Theoría** es inseparable, en su origen, de la idea de **visión** en el sentido de 'observar atentamente, 'vigilar', 'ocuparse con cuidado de algo'. Etimológicamente el término puede descomponerse en **Thea** y **For (orao)**, lo que nos permitiría suponer que el significado inicial es 'observar las cosas divinas', 'ser vigilante de (la voluntad) Dios'. Así el término **theoros** significa 'persona enviada a consultar un oráculo' para observar la voluntad del dios. A partir de esta raíz el sentido ha evolucionado —sin que siempre se pueda distinguir una connotación religiosa para indicar la visión de un bello espectáculo, la vigilancia de algo maravilloso. Un hombre curioso y deseoso de instrucción busca el espectáculo de lo sorprendente. Siglos más tarde, a partir de Platón, y sobre todo en la época helenística, **Theoría** tomará el sentido de especulación por oposición a práctica.

Búsqueda y visión; estas dos vertientes significativas nos introducen en la actitud configurada por el campo semántico del término **Theoría**: la idea de itinerancia, la de camino por hacer, la de proyección —el teórico es el caminante, el peregrino del mundo— y la idea de conocimiento directo, personal y personalizante (no olvidemos que el oráculo responde según la pregunta que se hace); la vista se distinguirá siempre del oído, del saber por procuración (hasta tal punto que podríamos distinguir entre los filósofos de la escucha o la inspiración y los filósofos de la visión o de la experiencia). La búsqueda del peregrino le distingue completamente de la pasividad del hombre del rumor".

Teoría y técnica en los orígenes de la filosofía. **Universidad Nacional**, Revista de la Dirección de Divulgación Cultural, N° 18, Bogotá, 1978.

En el lenguaje filosófico actual la voz teoría posee varias connotaciones:

- a) una especie de síntesis generacional que resume los conocimientos "normales" de la ciencia mediante grandes visiones de conjunto en tanto que proyecciones generalizadas de hipótesis personales;
- b) el conocimiento en sí, al margen de sus aplicaciones prácticas;
- c) el conocimiento logrado mediante operaciones metodológicas concretas —y correctas— que lo diferencian del simple sentido común;
- d) el conocimiento que no brota del puntual y exacto análisis factual, basado en la medición o la sumisa descripción, sino en la franja marginal de los "asuntos controvertidos";
- e) en sentido peyorativo se denomina teórico al conocimiento "bueno para nada", que no sirve a los fines de los hijos de Marta;
- f) el conocimiento obtenido por el estudio, al que se opone la fresca espontaneidad de lo vital, es decir, de lo irracional (**Graue Theorie** dijo Goethe, al compararla con los intensos colores de la vida vivida y no pensada).

20. La oposición entre ojo y mano, contemplación y acción, teoría y práctica, ha sido agudamente captada por un propagandista de lo vital como valor supremo:

"Así, pues, al **pensar de los ojos**, a la visión aguda e intelectual de los grandes animales rapaces, añádese el **pensar de la mano**. Del primero desenuélvase desde en-

tonces el pensamiento teorético, contemplativo, intuitivo, la 'meditación', la 'sabiduría'. Del segundo nace el pensamiento práctico, activo, la astucia, la 'inteligencia' propiamente dicha. El ojo inquiere la causa y el efecto; la mano trabaja según los principios del medio y del fin. Que algo sea adecuado o inadecuado a un fin —juicio de valor de los **activos**— no tiene nada que ver con la verdad y la falsedad, que es valoración de los **contemplativos**. El fin es un **hecho**; la conexión de causa y efecto es una **verdad**. Así surgieron los muy distintos modos de pensar, propios del hombre de la verdad —sacerdote, científico, filósofo— y del hombre de los hechos —político, general o comerciante—. **Der Mensch und die Technik**, München, 1931. Una muy hermosea y retórica traducción de este breve opúsculo, debida a M. García Morente, fue publicada por primera vez en Madrid, 1932. Hoy se le halla en **El hombre y la técnica y otros ensayos**, Espasa-Calpe, Madrid, 1947 (varias reediciones).

La especulación, en el campo filosófico, ha sido considerada, ya como conocimiento que no surge de la experiencia sensible, ya como conocimiento desinteresado, ya como meditación, ya como contemplación mística de Dios. No obstante existe una especulación práctica, la del "hombre de los hechos" de Spengler: las especulaciones de quien juega con su dinero en la bolsa de cambios responden a este tipo de "conocimiento" que convendría llamar pre-visión. Especulación proviene de **speculum**; por ello la mirada es un rerlejo del mundo o, aún, la creadora del mundo si se está a lo que decía Herón de Alejandría: "los rayos procedentes de nuestros ojos son reflejados por los espejos".

21. J. D. Bernal, **The extension of man. The History of Physics before the Modern Age**, Weidenfeld & Nicolson, London, 1972. [**La proyección del hombre. Historia de la física clásica**. Siglo XXI, Madrid, 1975].

22. El falibilismo de Ch. S. Peirce (1839-1914) sostiene que la ciencia no puede lograr por el camino del razonamiento ni la absoluta certidumbre, ni la absoluta exactitud, ni la absoluta universalidad. Por otra parte la realidad que se investiga no es estática; su propio movimiento evolutivo impide definirla y situarla para siempre en términos fijos.

23. La ciencia de los estoicos ha sido estudiada por S. Sambursky en **Physics of the Stoics**, Routledge & Kegan Paul, London, 1959. Conviene consultar acerca de la proyección de los estoicos en el pensamiento occidental R. M. Wenley, **Stoicism and its influence**, London, 1925 [**El estoicismo y su influencia**, Nova, B. Aires, 1948], y E. Elorduy, **El estoicismo**, Gredos, Madrid, 2 tomos, 1972.

24. A. Badiou, **Le concept de modele**, Maspero, Paris, 1969. [**El concepto de modelo. Bases para una epistemología materialista de las matemáticas**, Siglo XXI, B. Aires, 1972].

25. Las ciencias formales y fácticas, de leyes y de hechos, homogéneas y heterogéneas, nomotéticas y tipológicas, lógicas y físicas, etc., según los distintos autores, son distinguidas en virtud de sus diferencias en el método, en el tipo de enunciados y en los respectivos referentes. En tal sentido se ha escrito que "las ciencias formales demuestran o prueban; las ciencias fácticas verifican (confirman o disconfirman hipótesis que en su mayoría son provisionales)" M. Bunge, **La ciencia. Su método y su filosofía**, Siglo XX, B. Aires, 1979. Esta división es útil; pero su pragmatismo favorece a los lógicos y a los matemáticos que contemplan el espectáculo detrás de la barrera, al margen del desaliño de la realidad y el fragor del combate que los físicos, los biólogos, los antropólogos, libran con el toro de los fenómenos. No obstante los científicos fácticos no le piden permiso a los ma-

temáticos y a los lógicos puros para manejar ecuaciones de todo tipo (incluso Einstein se permitió varias **boutades** con respecto a las matemáticas). Si bien la ciencia es **una sola** sucede que en su seno, demagógicamente, se ha levantado una valla entre "dos culturas": la de los analistas y la de los sintetizadores, la de los inductivos y la de los deductivos, la de los espíritus abstractos y la de los espíritus concretos, etc. De tal modo resulta difícil que esa unidad de la ciencia se pueda conjugar en un solo individuo o en una sola tradición, pues hoy día, casi definitivamente separadas sus instancias, puede advertirse que existe una ciencia de lo observable, otra de lo teorizable y otra de lo contrastable. Sin embargo, como tantas veces se ha dicho, con el exclusivo recurso a "los **methemata**, los **noemata** y los **semata** no se palpa directamente la realidad" (A. Dempf, **Die Einheit der Wissenschaft**, W. Kohlhammer, Stuttgart, 1955).

26. C. París, **Filosofía, ciencia, sociedad**, Siglo XXI, Madrid, 1972.

27. Sobre la proxémica o proxemística, sea desde el punto de vista psíquico, sea desde el socioantropológico, existen interesantes estudios entre los cuales se destacan E. Hall, **The Hidden Dimension**, Anchor Books, Santa Fé, Nuevo México, 1966 [Traducciones al español por el Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 1973, y Siglo XXI, México, 1972.]; A. A. Moles et E. Rohmer, **Psychologie de l'espace**, Casterman, Paris et Tournai, 1972 [**Psicología del espacio**, Ricardo Aguilera, Madrid, 1972] y R. Sommer, **Personal Space. The behavioral basis of design**, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1969 [**Espacio y comportamiento individual**, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 1974].

28. A. Badiou, **Op. cit.**

29. Ciencia normal significa "investigación fundamentada con firmeza en una o

más realizaciones científicas del pretérito. Dichas realizaciones son reconocidas por determinadas comunidades científicas, durante un cierto lapso, como bases para su práctica ulterior. Estas realizaciones son narradas actualmente, aunque muy raramente en su forma originaria, por los textos y manuales científicos, ya elementales, ya avanzados. Dichos libros exponen los lineamientos de la teoría aceptada y dan cuenta de todas o la mayoría de sus aplicaciones...".

Th. Kuhn, **The Structure of Scientific Revolutions**, University of Chicago Press, 1962 [La estructura de las revoluciones científicas, F. C. E., México, 1971].

30. M. Bunge, **Teoría y realidad**, Ariel, Barcelona, 1972.

31. Heurística deriva de **heuriskein**, que en griego significa encontrar. **Heureka!** gritó Arquímedes al descubrir la ley del peso específico de los cuerpos mientras se bañaba. Hermenéutica es, en griego, la técnica de la interpretación (**hermeneus**, intérprete y **tékhnē**, técnica), y se vincula inicialmente con la tradición hermética (Hermes Trimegisto, el Tres Veces Grande, era, para los alquimistas, el padre de su "ciencia"). De la interpretación de los textos la hermenéutica pasa luego a ser la interpretación del "otro" y su vida, de la crónica local y de la historia mayor. Sobre el "círculo hermenéutico" ver H. Seifert, **Introducción a la teoría de la ciencia**, Herder, Barcelona, 1977 (con una buena bibliografía sobre hermenéutica).

32. R. B. Braithwaite, Models in the empirical sciences, in **Proceedings of the 1960 International Congress (Logic, Methodology and Philosophy of Science)**, Stanford University Press, 1962.

33. M. Bunge, **Op. cit.**

34. P. K. Feyerabend, **Against Method. Outline of an Anarchist Theory of Knowledge**,

University of Minnesota, Minneapolis, 1970 [Contra el método, Ariel, Barcelona, 1974].

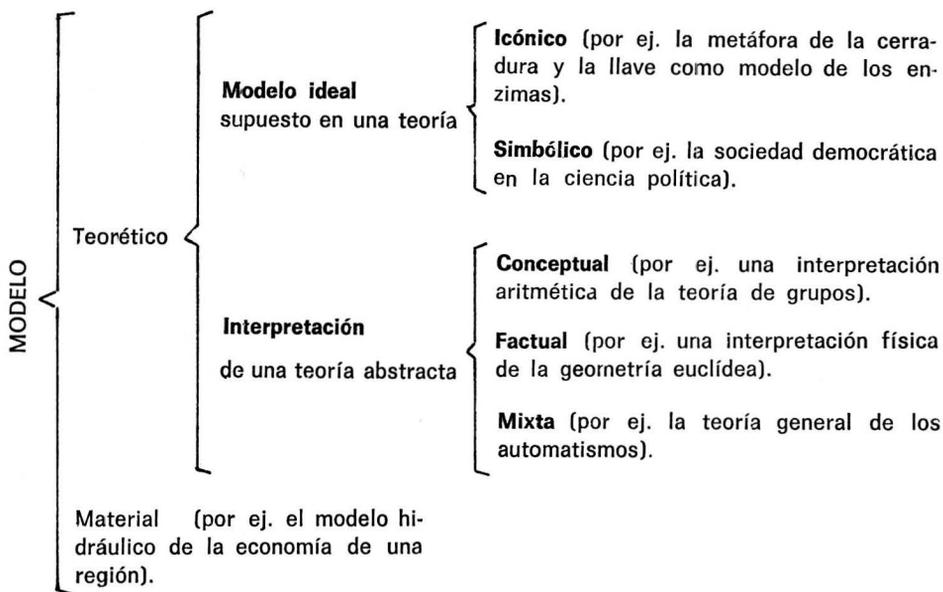
35. Existen varias acepciones de la voz tautología (de **tauto**, repetición, y **logos**, discurso):

- a) Mera repetición. "Yo soy lo que soy", es una proposición en la que el sujeto y el predicado coinciden;
- b) Postulado lógico. En un contexto dado la palabra que se emplea en determinado sentido debe conservarlo a lo largo del discurso;
- c) En el empirismo lógico toda proposición es verdadera merced a su forma, sea cual fuere el valor de verdad de sus términos (L. Wittgenstein, **Tractatus Logico-philosophicus**, 1922). En los textos franceses de Lógica aún se recuerda el famoso círculo vicioso de la definición de la luz debida al Padre Noel, citada jocosamente por Pascal:

"La luz es un movimiento lumínico de los cuerpos luminosos".

36. Lord Kelvin (William Thomson, 1824-1907) en sus **Notes of Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light**, The J. Hopkins University, Baltimore, 1884, decía: "Jamás me siento satisfecho si no me es posible encontrar un modelo mecánico de algo. Si puedo construir un modelo mecánico puedo entonces entenderlo. Si no lo puedo construir... entonces no lo comprendo... Cuando decimos 'comprendemos o no un aspecto especial de la física' estamos en realidad diciendo '¿podemos construir un modelo mecánico acerca de dicho aspecto?'".

37. En tal sentido reproduzco una clasificación de los modelos establecida por M. Bunge (**La Investigación Científica. Su estrategia y filosofía**, Ariel, Barcelona, 1969).



38. El Modelo Mundial Latinoamericano utiliza una óptica tercermundista: los peligros

potenciales del año 2000 son ya una realidad cotidiana en América Latina y otras zo-

nas subdesarrolladas del planeta. La sociedad propuesta en el aspecto normativo del modelo es de tipo socializante, pero se aleja de los excesos del totalismo —por no decir totalitarismo— del Estado intervencionista. El modelo ha sido publicado en varios idiomas. Yo he consultado su versión francesa: A. O. Herrera, **Un monde pour tous. Le Modele Mondial Latino-Americain**, Presses Universitaires de France, París, 1977.

39. "Estas dos actitudes suponen dos modalidades muy diferentes de descripción de la naturaleza, dos modalidades que se han enfrentado a lo largo de los siglos: el espíritu analítico obtiene una descripción discontinua de la naturaleza mientras que el espíritu sintético conduce a una descripción continua. ¿Por qué esta diferencia? La razón es muy sencilla: la mente analítica sólo quiere coordinar entre sí lo que 'conoce' en un momento determinado, con lo cual, inevitablemente, se producen 'huecos' en la descripción. Ciertos fenómenos aparecen sin vinculación con otros, aunque no porque tal vinculación no exista, sino porque desconocemos los elementos intermediarios indispensables para establecerla. De ahí la apariencia discontinua de toda descripción analítica.

Por el contrario la mente sintética, al postular desde el comienzo una 'sustancia única' exige, al mismo tiempo, la continuidad. Todo el universo está lleno de esa sustancia. No existen 'huecos'. La descripción de la naturaleza será, pues continua. Lo que ignoramos todavía es sencillamente una región de la sustancia sin propiedades particulares, sin estructura. Tal es el caso del vacío, por ejemplo, en la hipótesis actual de que la sustancia única sea el espacio-tiempo" J. Charon, **Recentes découvertes sur la matiere et la vie**, Plon, París, 1966. [De la materia a la vida, Guadarrama, Madrid, 1971].

40. ¿Coinciden las leyes acerca de las regularidades "descubiertas" por los hom-

bres acerca de las regularidades "naturales" de la naturaleza o la naturaleza posee una legalidad intrínseca, inaccesible a nuestras capacidades científicas? Meyerson decía en **Identité et Réalité**, 1908, que a menudo empleamos el concepto de ley cuando, en puridad, estamos pensando en el concepto de causa: "Se trata de una sinécdoque por la cual consideramos la relación legal como un camino hacia la del nexa causal".

41. El evo equivale a mil millones de años (10<sup>9</sup>).

42. Sobre el concepto de información en la ciencia contemporánea ver L. Brouillouin, **La Science et la théorie de l'information**, Masson, París, 1959 [hay una traducción al español en Siglo XXI]; J. Singh, **Teoría de la información, del lenguaje y la cibernética**, Alianza, Madrid, 1972; R. Margalef, **La biosfera entre la termodinámica y el juego**, Omega, Barcelona, 1980; J. De Rosnay, **Le macroscope. Vers une vision globale**, Editions du Seuil, París, 1975; H. Atlan, **L'organisation biologique et la Théorie de l'information**, Hermann, París, 1972.

43. El hilemorfismo (materia + forma) o sea la presencia de la materia ordenada por la forma en toda realidad natural conoció, a partir de Aristóteles, diversos altibajos. Durante la Edad Media los escolásticos escribieron y discutieron incansablemente acerca de sus alcances doctrinarios. H. Barreau, **Aristóteles y el análisis del saber**, EDAF, Madrid, 1978 examina los fundamentos del hilemorfismo y en la bibliografía se citan los estudios de D. Dubarle (**L'idée hylémorphiste d'Aristote**, etc.) y L. Cencillo, **Hyle**, C.S.I.C., Madrid, 1958.

44. El holismo, ya biológico, ya ontológico, confiere al todo (**holon**) un sentido de dinamismo creador que trasciende el concepto de sistema. El holismo, según J. Ch. Smuts (**Holism and Evolution**, 1926) es un proceso de síntesis creadora. Ver A. Meyer-

Abich, El holismo como idea, teoría e ideología. **Episteme** N° 1, Caracas, 1957, pp. 345-418.

45. E. de Gortari, **Dialéctica de la física**, Grijalbo, México, 1979.

46. S. Weinberg, **The First Three Minutes. A Modern View of the Universe**, Basic Books, N. York, 1977 [traducción al español en Alianza, Madrid, 1978]. Un físico especializado en altas energías, aventura una hipótesis acerca de lo que sucedió luego de "la explosión que se produjo simultáneamente en todas partes, llenando el espacio entero desde un comienzo y en la que toda partícula de materia se alejó de toda otra partícula". A partir del descubrimiento en 1965 del "fondo de radiación cósmica" se articula la tesis de este libro apasionante y controvertible, ubicado en la línea intelectual de Grossseteste.

47. W. Ostwald (1853-1932), el creador del "energetismo" le otorgó a la energía, más allá de su papel de causa eficiente de los fenómenos del universo, la vida y la sociedad, el carácter metafísico —y aún teológico— de causa final. La termodinámica, en sus doctrinas, se transformó en una "filosofía energética" (A. Rolla).

48. El evolucionismo emergente de Teilhard de Chardin, más que un hilozoísmo es un pansiquismo. El hilozoísmo supone que la materia es un ser viviente. Su origen debe buscarse entre los filósofos milesios, cuyo arjé es una protocosa sensible. Fueron hilozoístas también los estoicos que reconocían en el fuego —o sea la luz— el principio animador, espiritual, del cosmos. La magia renacentista insistió mucho en estas ideas —la Tierra es un gran animal—, las cuales reaparecen en una mente tan "positivista" como la de Haeckel, quien, en pleno siglo XIX, atribuía sensibilidad y voluntad a los átomos y el éter.

Para Teilhard de Chardin el paso de la hilosfera a la biosfera y de aquí a la noosfera está signado por el hecho fundamental

que "el mundo es... primariamente viviente: toda su historia no es más que un inmenso asunto psíquico, el lento pero progresivo reagrupamiento de una conciencia difusa que va escapando gradualmente a las condiciones materiales que la cubren secundariamente". De este modo "el Espíritu no es ni una sobretasa ni un accesorio en el cosmos, sino que representa el superior estado que en nosotros y fuera de nosotros adopta la cosa primera, indefinible, que podemos llamar, a falta de mejor expresión, 'la trama del universo'". Para conocer las siempre atractivas ideas de Teilhard, que gozaron una inmensa difusión y hoy se hunden en un mar de olvido, conviene consultar su extensa obra, publicada por la Editorial Taurus en español. Quizá el resumen más rico de sus concepciones sea **El fenómeno humano**, Taurus, Madrid, 1967 (el original francés se editó en 1955). Una introducción accesible, publicada en Colombia, es la de E. Neira. **Del átomo a Omega**, Universidad Javeriana, Bogotá, 1976 (con una amplia bibliografía).

49. Además de la obra citada en el anterior numeral consultar B. Delfgaauw, **Teilhard de Chardin y el problema de la evolución**, Carlos Lohlé, B. Aires. 1966, y P. Chau-chard, **La pensée scientifique de Teilhard**, Editions Universitaires, Paris-Bruxelles, 1965 **El pensamiento científico de Teilhard**, Península, Barcelona, 1966].

50. A. Eddington, **Nuevos senderos de la ciencia**, Montaner y Simón, Barcelona, 1945.

51. A. Unsold, **Der Neue Kosmos**, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 1974 [El nuevo cosmos, Siglo XXI México, 1977].

52. C. Sagan, **Cosmos**, Planeta, Barcelona, 1982.

53. En este sentido conviene la lectura de J. Merleau-Ponty, **Cosmologie du XXe Siecle**, Gallimard, París, 1965 [Cosmología del siglo XX, Gredos, Madrid, 1971] y J. Singh, **Great Ideas and Theories of Modern Cosmology**, Dover Publications, New York, 1970 [Teorías de la cosmología moderna, Alianza, Madrid, 1974].

54. P. Laberénne, **El origen de los mundos**, Ediciones Leviatán, B. Aires, 1956. H. and H. A. Frankfort et al, **The Intellectual Adventure of Ancient Man**, The University of Chicago, Chicago, 1946 [El pensamiento prefilosófico, F. C. E., México, 1954, 2 tomos].

55. Un libro elemental pero útil para quien procure una iniciación no matemática a la astronomía, es el de L. Oster, **Astronomía moderna**, Reverté, Barcelona, 1978.

56. Galaxia significa en griego lo que vía láctea en latín: camino de leche (y de una diosa, como corresponde a los orígenes mitológicos).

57. E. P. Hubble (1889-1953), fue el astrónomo estadounidense que en 1924, utilizando el telescopio del Monte Wilson, determinó que la "nebulosa" de Andrómeda era una galaxia semejante a la nuestra. En 1929 estableció la "ley de Hubble" sobre la recesión de las galaxias (la velocidad de "fuga" es proporcional a la distancia que tiene la galaxia en cuestión de la nuestra). Se trata, sin más ni más, de la "expansión del universo", que ha hecho correr ríos de tinta y provocado interminables polémicas.

58. En el Grupo Local, además de la nuestra y la de Andrómeda, hay otros diez integrantes; los más conspicuos son las dos nubes de Magallanes. El Grupo Local se mantiene unido mediante fuerzas gravitatorias zonales; de tal modo la galaxia de Andrómeda (M 31 en el catálogo Messier o NGC 224 en el **New General Catalogue**) en vez de alejarse de la nuestra se acerca muy lentamente.

59. P. C. W. Davies, **Space and time in the modern Universe**, Cambridge university, 1977 [El espacio y el tiempo en el Universo contemporáneo, F. C. E., México, 1982].

60. Sobre la accidentalidad de la vida en el universo según Pascal, para quien "el universo mudo" es también un universo estéril, ver P. Humbert, **L'oeuvre scientifique de Blaise Pascal**, A. Michel, París, 1947. Una buena y breve introducción sobre las relaciones entre ciencia y fé en Pascal es la de G. Le Roy, **Pascal savant et croyant**, Presses Universitaires de France, París, 1957, cap. 1º, La recherche scientifique.

61. La doctrina oficial soviética sostiene que el universo es infinito, que no se expande y que no está amenazado por la muerte térmica. Ver L. R. Graham, **Ciencia y filosofía en la Unión Soviética**, Siglo XXI, Madrid, 1976, pp. 176-247 y G. A. Wetter, **Filosofía y Ciencia en la Unión Soviética**, Guadarrama, Madrid, 1968, pp. 81-87.

62. La hipótesis sobre el koinoplasma, antiplasma y ambiplasma de H. Alfvén, **Mundos-Antimundos. La antimateria en cosmología**, Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 1970, contradice la hipótesis del étomo primitivo de Lemaitre —o sea el **Ylem** de Gamow, que deriva su nombre del **hyle**, la aristotélica materia prima del universo— y su posterior explosión.

63. Estos vehículos se refieren a los distintos niveles de santidad que asume la vía de la liberación budista. Sobre el budismo y sus variedades ver A. Foucher: **La vie de Bouddha d'après les textes et les monuments de l'Inde**, Payot, París, 1949; H. Ch. Puech (editor), **Historia de las Religiones**, volumen 4º, **Las religiones en la India y en el Extremo Oriente**, Siglo XXI, México, 1978. La filosofía natural budista, en particular su visión del cosmos pulsátil y la ubicación de la Tierra y el hombre en el mismo, coinciden en muchos aspectos con los plantea-

mientos científicos del universo tal cual lo proponen algunos pensadores contemporáneos.

64. Los primeros trabajos de G. Lemaitre aparecen en 1925 y 1927. El desarrollo maduro de su hipótesis cosmológica se halla en dos libros: **L'Hypothese de l'atome primitif**, Griffon, Neuchatel, 1946, y **L'Univers**, Nauwelaerts, Louvain, 1950.

65. J. Zafiropoulo, **Apollon et Dionysos**, Les Belles Lettres, París, 1961.

66. G. Gamow, **One, two, three... infinity**, Mentor Books, N. York, 1947.

67. Cl. Tresmontant, **Sciences de l'Univers et problemes métaphysiques**, Editions du Seuil, París, 1976 [**Ciencias del Universo y problemas metafísicos**, Herder, Barcelona, 1978], ver el cap. 1, A partir de la cosmología.

68. F. Solmsen, **Aristotle's System of physical world**, Ithaca, New York, 1960.

69. Galileo Galilei, **Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias**, Editora Nacional, Madrid, 1976.

70. Sobre la teoría del **impetus** ver H. Butterfield, **The Origins of Modern Science**, G. Bell & Sons, London, 1950 [**Los Orígenes de la Ciencia Moderna**, Taurus, Madrid, 1958. Cap. 1º, La importancia de una teoría del **impetus**, pp. 13-33].

71. W. Heisenberg, **Das Naturbild der Heutigen Physik**, Rowohlt Verlag, Hamburg, 1955 [**La imagen de la naturaleza en la física actual**, Ariel, Barcelona, 1976].

72. Una buena introducción al tema es la de J. M. Riaza, **Ciencia moderna y filosofía**, Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid, 1969.

73. E. Lupascu, **La tragedia de la energía. Filosofía y ciencias del siglo XX**, Desclée de Brouwer, Bilbao, 1971.

74. S. T. Meliujin, **Dialéctica del desarrollo en la naturaleza inorgánica**, Grijalbo, México, 1963.

75. L. de Broglie, **Physique et microphysique**, París, 1947. He consultado la traducción italiana, **Fisica e microfisica**, Einaudi, Torino, 1950.

76. El pequeño tratado **Sobre la luz** de R. Grosseteste (1175-1253) apareció traducido al español en la Editorial EUDEBA, B. Aires. El mejor estudio sobre este original pensador es el de A. C. Crombie, **Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science 1100-1700**, Oxford, 1971, 3ª ed. corregida.

77. L. de Broglie, **La physique quantique restera-t-elle indéterministe?** Gauthier-Villars, París, 1953; Id. **Perspectives nouvelles en microphysique**, A. Michel, París, 1956; M. Planck, **L'image du monde dans la physique moderne**, Gonthier, Geneve, 1963. Una discusión general sobre las proyecciones de la nueva física en los campos generales del saber en N. Bohr, **Physique atomique et connaissance humaine**, Gauthier-Villars, París, 1961.

78. Sobre la patrística ver E. Gilson, **La philosophie au Moyen Age**, Payot, París, 1952 [**La filosofía en la Edad Media. Desde los orígenes patrísticos hasta el fin del siglo XIV**, Gredos, Madrid, 1965]; J. Quasten, **Patrología**, Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid, 1961-62, 2 tomos.

79. A. J. Festugiere, **La révélation d'Hermès Trimégiste**. Les Belles Lettres, París, en particular el tomo 4º, **Le Dieu inconnu et la Gnose**, 1954. Una buena obra de difusión es la de S. Huttin, **Los gnósticos**, Eudeba, B. Aires, 1964.

80. El monismo, o doctrina de la unidad, se opone al dualismo de Dios y el Mundo, del alma y el cuerpo, de la materia y el espíritu, etc. Según el monismo existe una sola substancia o realidad. Monismos naturalistas son los defendidos por Haeckel (la materia) y Ostwald (la energía).

81. F. Selvaggi, **La struttura della materia**, La Scuola Editrice, Brescia, 1966 [La estructura de la materia, Herder, Barcelona, 1970].

82. Acerca de las dificultades para establecer un "campo unificado" de corpúsculo y onda, ver J. Charon, **Récents decouvertes sur la matiere et la vie**, Plon, París, 1966 [De la materia a la vida, Guadarrama, Madrid, 1971].

83. P. Nizan, **Les materialistes de l'antiquité**, Maspero, París, 1968 [Los materialistas de la antigüedad, Fundamentos, Caracas/Madrid, 1971].

84. B. Parain (dir.), **Historia de la filosofía**, tº 1º, **El pensamiento prefilosófico y oriental**, Siglo XXI, México, 1972; E. Gathier, **El pensamiento hindú**, Troquel, B. Aires, 1963.

85. F. T. Arjipsev, **La materia como categoría filosófica**, Grijalbo, México, 1962.

86. T. Lucrecio Caro, **De rerum natura/ De la Naturaleza**, Bosch, Barcelona, 1976, 2 vol (edición bilingüe).

87. J. M. Riaza, **Op. cit.**

88. Id. **ibid.**

89. B. Lovett Cline, **The Questioners. Physicists and the Quantum Theory**, T. Y. Crowell Co., New York, 1965 [Los creadores de la nueva física, F. C. E., México, 1973].

90. J. M. Riaza, **Op. cit.**

91. Los **quarks** fueron propuestos por M. Gell-Mann y G. Zweig (1963) como componentes de las partículas elementales, a las cuales confieren "sabor", "color", "encanto", "extrañeza", o sea cualidades extrañadas de dimensiones y valoraciones humanas que nada tienen que ver con la legalidad interna de los átomos. (En vez de las más de las 200 partículas elementales sólo existirían las combinaciones de los **quarks u, d y s**, a los cuales, para resolver los problemas del mesón, se les agregó el **c** (Se trata del mesón J<sup>+</sup>)).

92. J. Charron, **Op. cit.**

93. Id., **ibid.**

94. El **pan**, en griego, consiste en un conjunto, sin orden visible atribuible; el **holon** es, en cambio, el **pan** ordenado. En este sentido equivale a **Kosmos**.

95. Existen culturas "táctiles" y culturas "ópticas", culturas que tienen horror al vacío y culturas del horizonte infinito (tal cual surge de la música de Borodin referida a las estepas del Asia Central). Por su parte, el espacio, el tiempo y las relaciones interindividuales en el escenario social y en la dinámica de los mitos varían con las distintas culturas. Este es también un tema de la proxemística (ver nota Nº 27).

96. Los estudios de J. Piaget sobre las nociones de espacio y tiempo en los niños, y los sentidos vinculados con las mismas, son muy representativos en este aspecto.

97. E. Lupasco, **Op. cit.**

98. V. N. Komarov, **El hombre y los misterios del Universo**, Suramérica, Bogotá, 1969.

99. Sobre la radiación cósmica se publica en Holanda desde 1953 un boletín anual que registra los adelantos en la materia:

**Progress of Elementary Particle and Cosmic Ray Physics**, North Holland publ. Co., Amsterdam. Ver también A. E. Sandstrom, **Cosmic Ray Physics**, North Holland, Amsterdam, 1965; V. L. Ginzburg, **Elementary Processes in Cosmic Ray Astrophysics**, Gordon and Breach, New York, 1969; Ginzburg, V. L.; S. I. Syrovatskii, **The Origin of Cosmics Rays**, Pergamon, London, 1964.

100. T. Page and L. W. Page (ed.), **The origin of the Solar System**, Macmillan, New York, 1966; J. C. Brandt and P. Hodge, **Solar System Astrophysics**, McGraw-Hill, New York, 1964; G. Abell, **The Realm of the Universe**, Saunders College, Philadelphia, 1980.

101. C. Sagan, Op. cit.

102. B. M. Middlehurst and G. P. Kuiper (ed.), **The Solar System**, The University of Chicago Press, 1953-1966, 5 tº.

103. F. Derrey, **La Tierra, esa desconocida**, Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 1969.

104. Una bibliografía contemporánea figura al final de cada uno de los capítulos de diversos especialistas, compilados por I. G. Grass, P. J. Wilson y R. C. Wilson en **Introducción a las ciencias de la Tierra**, Reverté, Barcelona, 1978.

105. Las hipótesis de Kant y Laplace, emitidas sin el mutuo conocimiento de los trabajos llevados a cabo por el filósofo y el astrónomo, figuran en las historias de la astronomía. La hipótesis de Kant, menos divulgada que la del sabio francés, es analizada en F. P. Dickson, **La bóveda de la noche**, F. C. E., México, 1975.

Una historia de la astronomía sencilla pero completa es la de A. Pannekoek, **A History of Astronomy**, Allen & Unwin, London, 1961. El F. C. E. de México ha editado la **Historia de la astronomía** de G. Abetti, aparecida inicialmente en Londres, 1954.

106. Estas ideas se encuentran ampliamente expuestas por los pensadores del Renacimiento, en especial los italianos.

107. A. M. Riábchikov, **Estructura y dinámica de la esfera geográfica**, Editorial Mir, Moscú, 1976.

108. Relacionar estos datos con el esquema de las supuestas capas de la Tierra que aparecen en la figura Nº 15.

109. La tectónica de placas, que revive las ideas de Wegener sin aprovechar toda su riqueza, es expuesta en tres libros básicos traducidos al español: A. Hallam, **De la deriva de los continentes a la tectónica de placas**, Labor, Barcelona, 1976; Scientific American, **Deriva Continental y Tectónica de Placas**, Blume, Madrid, 1976; S. Uyeda, **La nueva concepción de la Tierra. Continentes y océanos en movimiento**, Editorial Blume, Barcelona, 1980.

110. El derretimiento de la cryosfera existente, en el caso que el "efecto de invernadero" producido por el anhídrido carbónico haga subir la temperatura promedio mundial en 3º o 4º C, puede provocar un pronunciado ascenso del nivel oceánico. Esta transgresión inundaría grandes superficies de tierra firme.

111. Sobre este tema consultar: C. Grobstein, **The Strategy of Life**, W. H. Freeman and Co., 1965 [**La estrategia de la vida**, Blume, Madrid, 1973]; L. E. Orgel, **Los orígenes de la vida**, Alianza, Madrid, 1975; A. I. Oparin, **El origen de la vida**, (Edit. Nauka, Moscú, 1938), Grijalbo, Mexico, 1968.

112. S. Luria, **Life, The Unfinished Experiment**, Ch. Scribner's Sons, New York, 1973 [**La vida, experimento inacabado**, Alianza, Madrid, 1975].

113. Id. *Ibid.*

114. De la torrencial bibliografía sobre el tema del código genético destaco cuatro

obras traducidas al español: A. Lwoff, **El orden biológico**, Siglo XXI, México, 1967 (buena bibliografía); Selecciones de La Recherche, **Biología molecular**, Blume, Madrid, 1976; J. Brachet, **Introducción a la embriología molecular**, Blume, Madrid, 1975; Scientific American, **La base molecular de la vida**, Blume, Madrid, 1971.

115. C. Arnau y R. Carbó, **El origen de la vida**, Salvat, Barcelona, 1977.

116. Me limito a señalar tres textos accesibles publicados en español: R. K. Clayton, **Luz y materia viviente: guía para el estudio de la fotobiología**, vol. 2º, **La parte biológica**, Reverté, Barcelona, 1974; P. E. Pilet, **La energía vegetal**, Eudeba, Buenos Aires, 1963; B. Allamong y Th. Mertens, **Energía de los procesos biológicos: fotosíntesis y respiración**, Limusa, México, 1979. Una buena introducción al tema fisiológico en C. V. Córdoba, **Fisiología vegetal**, Blume, Madrid, 1976.

117. Los geólogos soviéticos han emitido y defendido esta singular hipótesis con atendibles argumentos. Ver V. Kovda et al., **Conceptions scientifiques contemporaines de la biosphere**, in **Utilisation et conservation de la biosphere**, UNESCO, París, 1970.

118. La ozonosfera, a la presión existente al nivel del mar, no tendría más de tres centímetros de espesor. Se halla colocada a una altura aproximada de 20-40 kms. El peso total de la atmósfera se calcula en  $5.10^{14}$  de toneladas e iguala al de 5 millones de kms.<sup>3</sup> de agua. Representa la millonésima parte del peso de la Tierra. La troposfera, zona de turbulencias, tiene una altura media de 18 kms.; la estratosfera asciende hasta 80 kms.; a partir de allí y hasta los 900 kms. se encuentra la ionosfera. En el esquema aparecen los diversos sectores o capas de la atmósfera con sus características propias.

119. La definición de Moebius es transcrita por P. Acot, **L'ecologie**, Presses Universitaires de France, París, 1977 [**Introducción a la ecología**, Nueva Imagen, México, 1978, p. 24].

120. Id. **Ibid.**

121. V. Kovda et al. **Op. cit.**

122. Sobre los biomas ver J. Braun-Blanquet, **Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales**, Blume, Madrid, 1979; E. P. Odum, **Ecología**, Interamericana, México, 1972; L. R. Holdridge, **Ecología basada en zonas de vida**, IICA, San José, 1979.

123. Scientific American, **El hombre y la ecosfera**, Blume, Madrid, 1975.

124. P. Duvigneaud, **Ecosystemes et biosphere**, in **L'Ecologie, Science moderne de Synthèse**, vol. 2, Ministère d'Education Nationale, Documentation N° 23-25, Bruxelles, 1967.

125. A. M. Riábchikov, **Op. cit.**

126. A. Danchin, **Ordre et dynamique du vivant**, Editions du Seuil, París, 1978.

127. J. Hladik, **La biophysique**, Presses Universitaires de France, París, 1980 [La biofísica, F. C. E., México, 1982].

128. La antropología filosófica se ha planteado reiteradamente la caracterización moral, espiritual y, por ende, cultural del hombre. Una buena orientación bibliográfica sobre el tema puede consultarse en E. Co-reth, **¿Qué es el hombre? Esquema de una antropología filosófica**, Herder, Barcelona, 1980. Resultará muy estimulante la consulta de E. Morin et M. Piattelli-Palmarini, **L'unité del l'homme; I. Le primate et l'homme; II, Le cerveau humain; III, Pour une anthropologie fondamentale**, Editions du Seuil, París, 1974. Una antología de los puntos de vista con-

temporáneos (Ricoeur, Lukacs, Bloch, Lévi-Strauss, Ebner, Rahner, etc.) en J. de Saha-gun L., **Antropologías del siglo XX**, Ediciones Sígueme, Salamanca, 1976. Editions du Seuil, París, ha publicado algunos notables libros sobre la antropología de la muerte —el hombre es el único animal que tiene conciencia de su fugaz paso por el mundo—, tal vez más decisiva que la antropología de la vida para calar en la esencia de lo humano: Ph. Aries, **Essais sur l'histoire de la mort en Occident du Moyen Age a nos jours**, 1975; Id. **L'homme devant la mort**, 1977; E. Morin, **L'homme et la mort**, 1970; J. Ziegler, **Les vivants et la mort**, 1975.

129. E. Mounier, **El personalismo**, Nueva América, Bogotá, 1981.

130. E. Durkheim y M. Mauss en el tomo III del **Année Sociologique**, segunda serie, París, 1913, advirtieron que los fenómenos de civilización no tienen marcos espaciales precisos pues pasan sobre las fronteras políticas y se extienden sobre áreas mayores. También sobrepasan la vida de una sola sociedad. Viven, por así decirlo, una vida supranacional y atemporal. Una civilización vendría a ser el común denominador de diversas culturas que poseen escalas de valores de algún modo compartidas; civilización oriental, civilización occidental, civilización greco-romana, etc.

Las relaciones entre cultura y civilización son ambiguas. En una obra anterior (**Sociología Rural**, Salvat, Barcelona, 1960, tº 2º, pp. 1277-1283) analicé las siguientes parejas conceptuales:

1. Cultura y civilización son términos (y contenidos) semejantes;
2. La cultura es espiritual, la civilización es material;
3. La cultura es lo que somos; la civilización, lo que usamos;
4. La civilización entrafía juicios de valor; la cultura, juicios de realidad;

5. La civilización es cultura fosilizada;
6. La civilización es transmisible; la cultura no lo es;
7. La civilización es la cultura de las ciudades.

131. P. Dansereau, L'ecologie et l'escalade de l'impact humain. **Revue Internationale des Sciences Sociales**, UNESCO, vol. XXII, Nº 4, París, 1970, pp. 683-766.

132. D. Ribeiro, **El proceso civilizatorio**. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1973.

133. J. D. Hughes, **Ecology in Ancient Civilizations**. The University of New Mexico Press, Albuquerque, 1975 [**La ecología de las civilizaciones antiguas**, F. C. E., México, 1981]; J. Bradford, **Ancient Landscapes in Europe and Asia**, Bell & Sons, London, 1957; R. A. and P. J. Watson, **Man and Nature: An anthropological essay in human ecology**, Harcourt Brace, New York, 1969; Shepard, P., **Man in the landscape**, A. Nopf, New York, 1967; E. Hyams, **Soil and Civilization**, Thames & Hudson, London, 1952; N. Gligo y J. Morello, Notas sobre la historia ecológica de América Latina, in O. Sunkel y N. Gligo (ed.), **Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina**, F. C. E., México, 1980; E. Ortega, La agricultura campesina en la América Latina y el deterioro del medio ambiente, in Id. *ibid*; A. Uribe y F. Szekely, Localización y tecnología industrial en la América Latina y sus efectos en el medio ambiente, Id. *ibid*.

134. A. Moles et E. Rohmer, **Psychologie de l'espace**, Casterman, París, 1972 [**Psicología del espacio**, Ricardo Aguilera, Madrid, 1972].

135. C. Marx, **El Capital**, tº 1º (Publicado por diversas editoriales; yo he consultado la edición del F. C. E., en la traducción de W. Rocas, 1959).

136. A. David, **La cybernetique et l'humain**, Gallimard París, 1965 [**La cibernética y lo humano**, Labor, Barcelona, 1966].

137. La bibliografía sobre degradación y contaminación del ambiente es muy grande. Al citado trabajo de O. Sunkel y O. Gligo, a nivel de Latinoamérica, se le pueden adicionar los siguientes, a nivel mundial: R. Reding, **Sauver notre planete**, Laffont, París, 1974; SCEP, **La influencia del hombre en el medio global**, F. C. E., México, 1976; M. Frankel, **Manual de anticontaminación**, F. C. E., México, 1982; J. Dorst, **Antes que la naturaleza muera**, Omega, Barcelona, 1972; F. de Lora y J. Miro, (ed.), **Técnicas de defensa del medio ambiente**, Labor, Barcelona, 1978; 2<sup>o</sup>; M. Pasquelot, **La Tierra intoxicada**, Plaza & Janés, Barcelona, 1973; T. G. Aylesworth, **La crisis del ambiente**, F. C. E., México, 1974; E. Bonnefous, **¿El hombre o la naturaleza?**, F. C. E., México, 1973; K. E. Boulding et al., **Desarrollo económico y contaminación ambiental**, El Cid, Caracas, 1977; T. R. Dickson, **Química, enfoque ecológico**, Limusa, México, 1980; J. Senent, **La contaminación**, Salvat, Barcelona, 1973; H. S. Stoker y S. Saeger, **Química ambiental. Contaminación del aire y el agua**, Blume, Barcelona, 1981; M. A. Strobe, **Orígenes y control de la contaminación ambiental**, A. I. D., México 1973; B. Ward y R. Dubos, **Una sola Tierra. El cuidado y conservación de un pequeño planeta**, F. C. E., México, 1972; UNESCO, **La lucha contra la contaminación**, Promoción Cultural, Barcelona, 1974; H. Rothman, **La barbarie ecológica. Estudio sobre la polución en la sociedad industrial**, Fontamara, Barcelona, 1980; M. F. Strong (ed.), **¿Quién defiende la Tierra?**, F. C. E., México, 1975.

Acerca de los problemas ambientales en Colombia ver D. Vidart, **Colombia, ecología y sociedad**, CINEP, Bogotá, 1976.

Cuando una pequeña computadora programada sea conectada (e incorporada) al

organismo humano, operación ya viable, ¿quién controlará al ciborg? ¿Será un esclavo recluido en un laboratorio? ¿Se emancipará para convertirse en un semidios? ¿Constituirá, con otros semejantes, una sociedad superdotada, dueña del planeta? ¿O, en cambio, ofrecerá el desdichado ejemplo de un cerebro cautivo, al servicio de la riqueza y el poder?

138. L. Leakey and V. M. Goodall, **Unveiling Man's Origins**, Schenkman, Cambridge, Mass, 1969; M. Leakey, Cultural patterns in Olduvai sequence, in K. Butzer and G. Isaac, (ed.) **After the Australopithecines: Stratigraphy, ecology and culture in the Middle Pleistocene**, Mouton, Gravenhage (La Haya), 1975; R. Leakey and R. Lewin, **People of the Lake**, Anchor Books, Garden City, 1978.

R. Leakey, **The Making of Mankind**, M. Joseph, London, 1981 [**El origen del hombre**, CONY-CIT, México, 1981]. La primera de las obras citadas fue traducida al español por la Editorial Aguilar, Madrid, 1973. Se encontrará un excelente y ameno resumen sobre las protohumanidades, sus fósiles y sus industrias en J. Reader, **Eslabones perdidos. En busca del hombre primigenio**, Fondo Educativo Interamericano, México, 1982.

La primera de las obras citadas fue traducida al español por la Editorial Aguilar, Madrid, 1973. Se encontrará un excelente y ameno resumen sobre las protohumanidades, sus fósiles y sus industrias en J. Reader, **Eslabones perdidos. En busca del hombre primigenio**, Fondo Educativo Interamericano, México, 1982.

139. R. Dart y D. Craig, **Aventuras con el eslabón perdido**, F. C. E., México, 1963.

140. E. F. Schumacher, **Lo pequeño es hermoso. Por una sociedad y una técnica a la medida del hombre**, Blume, Madrid, 1978.